

ANNALES INSTITUTI GEOLOGICI PUBLICI HUNGARICI



**A MAGYAR ÁLLAMI FÖLDTANI INTÉZET
ÉVKÖNYVE**

XLVI. KÖTET 1. FÜZET

**A MAGYAR MEDENCÉK TALAJVIZE,
AZ ORSZÁGOS TALAJVÍZTÉRKÉPEZŐ MUNKA
EREDMÉNYEI**

1950—1955

Írta: RÓNAI ANDRÁS

ЕЖЕГОДНИК ВЕНГЕРСКОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
ANNALES DE L'INSTITUT GÉOLOGIQUE DE HONGRIE
ANNALS OF THE HUNGARIAN GEOLOGICAL INSTITUTE
JAHRBUCH DER UNGARISCHEN GEOLOGISCHEN ANSTALT
VOL. XLVI. FASC. 1.

**DAS GRUNDWASSER DER UNGARISCHEN BECKEN,
ERGEBNISSE DER UNGARISCHEN GRUNDWASSERKARTIERUNG**

1950—1955

Von A. RÓNAI

ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ ВЕНГЕРСКИХ БАССЕЙНОВ, РЕЗУЛЬТАТЫ
ОБЩЕГОСУДАРСТВЕННОГО КАРТИРОВАНИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД

1950—1955

АНДРАШ РОНАИ



MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ, BUDAPEST

1956

Szerkeszti:
GERGELYFFY LÁSZLÓNÉ

Felelős kiadó: Solt Sándor

Műszaki szerkesztő:	Ívterjedelem: $21\frac{3}{4}$ (A/5)	Megrendelve: 1956. VI. 30.
Hegedüs Ernő	Ábrák száma: 94 + 10 kép + 13 db m.	Imprimálva: 1956. XI. 17.
Papíralak: 70/100	Példányszám: 600	Megjelent: 1956. XII. 10
	Azonosság szám: 693	

Ez a könyv az MNOSZ 5601—54 és 5602—50 Á szabványok szerint készült

10842. Franklin-nyomda Budapest, VIII., Szentkirályi utca 28.

Felelős: Vértés Ferenc

I. BEVEZETÉS

1. A talajvízre vonatkozó ismereteink fejlődése

A talajvízre vonatkozó ismereteink ősrégiek, mégis nagyobb területre kiterjedő összefüggő és oknyomozó talajvízkutatásokra nálunk és külföldön is csak a legutolsó évtizedekben került sor. Az ipari forradalmat nyommon követő technikai fejlődés a múlt század közepe óta a felszíni vizek hasznosítása terén nagyarányú építkezésekre vezetett és a felszíni vizek rendszeres tudományos tanulmányozását is elősegítette. A felszín alatti vizek nagyobbarányú létesítményekkel való kihasználása újabb keletű, és ennek megfelelően tudományos kutatásuk is nagy lépéssel mögötte jár a felszíni vizekének.

A földfelszín alatti vizek sokfélék. Vízföldtani szempontból mélység, eredet, minőség szerint csoportosíthatjuk őket. Természetes előbukkanásuk, a hideg és meleg források helye, ősrégi telepítő erő. Az emberi fejlődés kezdeti korszakában már mesterségesen is feltárták őket ásott, sőt fúrt kutakkal. Az ókori öntöző-kultúráknál (Kína, Mezopotámia, Egyiptom) a kutak nemcsak vízellátási célt szolgáltak, hanem a talajvízállás magasságát, a nyugalmi vízszintet, a vízállásváltozásokat, vízjárást is figyelték bennük.

Az ásott kutak rendszerint a felszín alatti első víztartó szintet, az ún. talajvizet tárják fel, de Kínában és valószínűleg Kis-Ázsiában, Iránban, Egyiptomban, Algériában és más területeken is, régóta ismerik a fúrt kutakat, amelyek a felszínközeli víztartó réteget — mint minőségileg vagy mennyiségileg meg nem felelő vizet szolgáltatót — kizárják és mélyebb víztároló réteget csapolnak meg. Európában mélyebb furatú kutakat csak a XII—XIII. században kezdenek mélyíteni, rohamos elterjedésük ideje a XIX—XX. századra esik.

Jól körülhatárolt, nagyobb üledékgyűjtő medencékben, ahol víztartó és vízrekesztő üledékek váltakozva, nagy vastagságban halmozódtak fel, nagyobb mélységben olyan nyomás alatt van a víz, hogy a fedőrétegek átütése után a felszín fölé szökik. Ezeket a kutakat nevezték el artézi kutaknak Artois francia tartományról, ahol Európában először létesítettek ilyen kutakat. Igen megkedvelték ezeket azokon a nagy alföldeken, ahol a talajvíz a felszín közelében van, de mennyisége kevés és minősége rossz. Nálunk az első artézi kutat 1830-ban Ugodon fúrták, a másodikat 1832-ben

SZÉCHENYI ISTVÁN fúratta Csóron. Nagyobb lendületet a kútfúrás ZSIGMONDY VILMOS tevékenységével vett. A harkányi és alsúti fúrások után 1869—1878-ig lemélyítette a 970 m mély budapesti városligeti kutat. E sikeres fúrások nyomán gyorsan szaporodtak a hasonló fúrások, különösen Alföldünk délkeleti részén, Csongrád, Szentés, Hódmezővásárhely vidékén, olyannyira, hogy később a túlsűrűn mélyített artézi kutak egymás vizét szívták el és egyes víztároló rétegek kimerüléssel fenyegettek. Az artézi kút-építő tevékenységet korlátozni kellett.

A kútfúrások során igen sok esetben találtak olyan nyomás alatt álló artézi vizet, amely felemelkedett ugyan a furatban, de nem érte el a felszínt, nem szolgáltatott «kiömlő» vizet. Ez is ugyanolyan eredetű és természetű víz, mint a kiömlő víz és kis nyomáskülönbségek, esetleg helyi, domborzati adottságok vagy helyzeti különbségek (a medenceperemekhez való közelség, a tengerszint feletti magasság, a hidrosztatikus nyomás, a vízáadó és vízrekesztő rétegek elhelyezkedése, a víznek gázzal való telítettsége) szabják meg az emelkedés viszonylagos magasságát. A felszín fölé nem szökő vizet szolgáltató mélyfuratú kutakat negatív artézi vagy szubartézi kutaknak nevezzük.

A szabadtükrű talajvíztartó réteg alatt nem teljesen összefüggő vízrekesztő rétegekkel elválasztva több olyan víztartó réteget találunk az Alföldön, amelyeknek vize vegyi összetételében, hőmérsékletében, származásában a talajvízhez áll közelebb és nem a mélyebbről feltörő, nagyobb nyomás alatt álló artézi vízéhez. Ez a víz már gyenge nyomás alatt áll, de nyugalmi szintje rendszerint a szabadtükrű talajvíz szintjével megegyezik. Számptalan szivattyús kutat telepítettek rá, különösen az Alföld peremén. Elkülönítésük a talajvíztől és a mélyebbről fakadó artézi víztől nehéz.

A különböző mélységben elhelyezkedő vízfajtaakat elsősorban keletkezésük, elhelyezkedésük szerint igyekeztek a vízföldtanban egymástól elválasztani. Talajvíz alatt klasszikus értelemben az első vízrekesztő réteg felett elhelyezkedő vizet értjük, amelyet főleg a felszínről beszivárgó csapadék táplál. A nagy mélységből származó ún. juvenilis víz eredetét a magmatikus gőzök lecsapódásával, a kőzetek kiizzadásával, víztelenedésével — dehidratációjával — magyarázzuk. A kettő között az üledékes kőzetekbe bezárt, nyomás alá került vizet rétegvíznek, telepvíznek nevezzük. Egy részüknél feltételezzük a felszíni vízzel, csapadékvízzel való érintkezést, más részüknél (mélységi, profundus vizek) nem. Külön nevet kapott a hegyvidékek szilárd kőzeteinek hasadékvize és a mészkő járatainak és hasadékainak karsztvize, bár ez — egyes esetekben — mint nyomás alatt nem álló és csapadékból táplálkozó vízféleség, a talajvíz csoportjába tartoznék. A sokasodó megfigyelések arra mutatnak, hogy egyrészt a mélyebb elhelyezkedésű vizet is táplálhatja a felszínről beszivárgó víz, másrészt a talajvíz is kaphat utánpótlást alulról, mélyebb rétegekből, amelyeket a felszín felé hézagos zárórétegek fednek el. A származás és a föld mélyében való vízmozgás kérdése nincs még kellőképpen tisztázva. E tudományos bizonytalanság a felszín alatti vizek gyakorlati hasznosítására is kihat, mert a földkéregbe zárt víz utánpótlódásának és eredeté-

nek kérdése a vízgazdálkodásban döntő fontosságú. Az egyes tájakon folyó részletes kutatások és megfigyelések mellett széleskörű általános tanulmányokra van szükség ahhoz, hogy a földkéregben mozgó víz fajtáit, azok tulajdonságait, származását és átalakulását jobban megismerjük. Hazánkban a felszín alatti vizek származásával és földtani osztályozásával HORUSITZKY FERENC, PÁVAI-VAJNA FERENC, SÜMEGHY JÓZSEF, SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR, TELEGDI-ROTH KÁROLY, VITÁLIS SÁNDOR, WESZELSZKY GYULA foglalkoztak (48, 111, 153, 156, 162, 180, 187).

Az ország jelentős részét tevő rossz talajvízű síksági területeken bármily rohamosan terjedt is el a mélyfuratú kutak építése nyomán az artézi víz hasznosítása, az ország népességének közel fele még ma is talajvizet iszik és talajvízkutakból szerzi maga és állatai, valamint háztartása számára a használati vizet, talajvízkútból öntözi a ház körüli kertet. Az Áll. Földtani Intézetben 1950—1955-ben országosan vízföldtanilag térképezett területen (nem teljes terület) 1 030 042 ázott kutat és 15 965 fúrt artézi kutat tartanak nyilván.

A talajvíz és a nagyszámú ázott kút mezőgazdasági népességünk vízellátásában, sőt egész mezőgazdasági, ipari vízgazdálkodásunkban ma is döntő szerepet játszik.

A talajvíznek azonban egyéb jelentősége is van. Legelsőnek említendő az, hogy a mezőgazdasági termelés helyes irányításának számolnia kell a talajvíz átlagos mélységével és a talajvíztükör rendszeres ingadozásával. Különböző gazdasági növényeink különböző mélységre ereszthetik le gyökereiket és különböző vízigényűek. Alföldünkön, különösen a Duna—Tisza közén nagy területek vannak, ahol a talajvíztükör a nyári száraz időszakban is 1—1,5 m mélyen helyezkedik el a felszín alatt. Vannak viszont olyan területeink is, különösen a Tiszántúlon, ahol 8—10 méternél mélyebben találunk csak talajvizet. A mezőgazdasági növények helyes kiválasztása mellett főleg a gyümölcsös-, a szőlő- és erdőtelepítéseknel kell a talajvízmélységre különleges tekintettel lennünk. Az erdészet volt nálunk is a talajvízmegfigyelés egyik első megszervezője az árvízvédelem és belvízlevezetés szervei mellett.

Az öntözéseknél is fontos szerepet játszik a talajvíz. A mi folyóvízben szegény alföldi területeinken több helyen lehet és kell számolni ázott kutakból való öntözéssel. A folyókból való öntözés nagy csatornaépítéseket kíván, a messziről való vízvezetés sok párolgási veszteséggel is jár.

Az öntözőcsatornák vezetésénél is fontos a talajvízmélység, minőség és a talajvízjárás ismerete. Ha a csatornák belevágnak a talajvíztartó rétegbe és nincsenek burkolva, az öntözővíz pótlást kaphat a talajvízből, esetleg nem kívánatos minőségűt. De el is viheti a nem szigetelt vízvezető réteg az öntözőcsatorna vizét.

Az árvizek elleni védekezés és a belvízrendezés feladatainak ellátásánál a talajvízmozgások figyelése és azok törvényszerűségeinek felderítése nem mellőzhető. Egyes árvizes esztendőkhöz hasonló kiáradó folyóvízhez hasonló nagy károkat okoz a feltörő talajvíz, amely az előöntött területeken a víz beszívargását megakadályozza és maga is a pusztító ár segítő társául

szegődik. A talajvízmozgásnak a csapadékkal és a felszíni vizek mozgásával való kapcsolata mai napig ki nem vizsgált probléma. Ennek a fontos kérdésnek a megoldásához első lépésként a talajvíz mélységét és ennek a földtani és domborzati viszonyokkal való összefüggését kell részletesen megismerni. A belvizek jelentkezési helyének, a talajvíz feltörési helyeinek kinyomozása, levonulásuk megfigyelése hidrológiai vagy hidrográfiai feladat; értelmezésük, a helyes és eredményes védekezés ellenük csak földtani ismeretek segítségével oldható meg.

Hosszú és éles vitákat folytattak vízügyi szakemberek és gazdák a századforduló körül és után évtizedekig az Alföld kiszáritásáról, a belvízlevezető csatornahálózat esetleges káros hatásairól. Az európai távlatban is nagyszabású alföldi lecsapolások, a folyószabályozás és belvízrendezés nagy művelt alapjaiban támadta meg az a vád, hogy e munkálatok az amúgyis száraz éghajlatú Alföldet még jobban kiszáritották és a szikesedés kiterjedésére vezettek. E súlyos vádakra a magyar vízimérnöki kar képviselői igen érzékenyen válaszoltak és számos tanulmányban, előadásban védték meg a vízrendezők munkájának hasznosságát. De éppen ezek a viták és a felhozott érvek és bizonyítékok megmutatták, hogy csak a talajvízviszonyok részletes megismerése és országos áttekintése ad alapot arra, hogy ehhez a kérdéshez is megalapozottan és nem helyi tünetek kiragadásával, hanem általános érvénnyel szólhassunk hozzá.

Alföldjeinken folytatott minden apróbb és nagyobb építkezési tevékenységünknel számolni kell a talajvíz mélységével, minőségével és szintjének ingadozásával. Minden talajmechanikai vizsgálat alapvető kérdése közvetlen a felszín alatti rétegek anyagának a vízzel szemben való viselkedése. A különböző mélységben alapozott műtárgyakat és környéküket elsősorban a talajvíz teszi próbára. E téren is — éppúgy, mint a mezőgazdálkodásnál, öntözésnél és ivóvízellátásnál — a víz jelenléte és mozgásai mellett igen fontos a víz összetételének, oldott sóinak ismerete is és az oldatok töménysége, vagyis a víz oldott hordaléka.

A talajvízviszonyok és talajvíz vegyi összetétele fontos szerepet játszik a szikesedés jelenségénél. A szikesedést Alföldünkön terjeszkedni látjuk. A kiszáritással kapcsolatos vitákban az Alföld elszikesítését vádként emlegették a túlzott lecsapoló tevékenység ellen. A szikesedés oka nem a felszíni csapadékvíz bepárolódásában rejlik. A szikesedés alulról, a talajvízből táplálkozik. A fiatal, teljesen elegyengetett és finomszemcséjű homokliszttel, iszappal fedett öntésterületeken a talajvíz a felszínközeli vízrekesztő réteg hasadékein, repedéshálózatán át a felszínig nyomul és szintje a párolgás folytán évszakosan erősen ingadozik. A lösziszap finom szemcséi között a hajszálerekben igen lassan mozgó talajvíz bepárolódik, oldott sóinak nagy részét lerakja és a felszínközeli rétegeket eltömíti, elszikesíti.

Az Alföld iparosítása az amúgy is felmerülő vízellátási problémát — amely a talajvíz csekély hozamában és kedvezőtlen minőségében jelentkezett — igen kiélezte. Nagyobb ipari üzemek telepítésének az Alföldön legtöbb helyen nem a hajtóanyag vagy nyersanyaghiány, hanem a víz-

hiány a legfőbb akadály. Sokszor a tudatlanság, nemtörődömség, kontárkodás, a megfelelő elővizsgálat hiánya az oka az áldatlan állapotnak. Úgyiszlván minden ipari üzem legnagyobb mennyiségben vizet fogyaszt. Szükséges a víz az energiafejlesztéshez, hűtéshez, mosáshoz, alap- vagy keverékanyagnak és a munkások szükségleteire. Minősége is fokozottan fontos. A legtöbb esetben mélyebb víztartó rétegeket kell megcsapolni az igények kielégítésére, de éppen e további víztartók kímélése, teljesítő képességük fenntartása és kihasználásuk költségessége kívánja meg, hogy mindenütt elsősorban a talajvizet használjuk fel, ahol csak lehet.

Az ipar nagyarányú fejlődése odavezetett, hogy az élelmiszerekkel való ellátás mellett a vízellátás kérdése is egyre inkább központi kérdésévé válik a világ gazdaságának. *Most olyan irányban haladunk, hogy a szükséglet rohamos növekedésével felvetődik a rendelkezésünkre álló vízkészletek elégtelensége, további kiaknázhatóságuk problémája. Ez a kérdés országunkkal együtt a világ sok más szélsőséges és félig száraz klímájú és erősen benépesedett területét érinti.*

Hazánkban a talajvízállás rendszeres megfigyelésére az árvízveszélyes és belvizes területeken — tehát Kisalföldünk és Alföldünk jelentős részén — került sor. Az észleléseket azonban csak helyi érdekek szerint és a veszélyes időkben végezték. A múlt század közepe óta megindult nagyszabású folyószabályozó, árvízmentesítő és belvízlecsapoló munkák során a talajvíz mozgásának megfigyelése fokozottabb jelentőséget nyert. Az árvízmentesítő társulatok sok, rendszeresen figyelt talajvízkutat tartottak fenn. Az észlelések adatait azonban országosan nem gyűjtötték össze és időben nem értékelték ki.

Az erdőtelepítések és különösen Alföldünk fásítása tette szükségessé más vonalon a talajvíz mélységének nagyobb területen való kutatását. Az erdőtelepítések helyének kiválasztásánál a talajszelvényt és talajvizet feltáró kutató aknákat mélyítenek le. A különböző feltárási időpontokban kapott talajvízszintek mozgásának figyelésére pedig figyelő-kúthálózatot szerveztek az erdészeti hivatalok és kutató intézetek. Nálunk a soproni Erdészeti Kutató Intézet őrzött gyűjteményében sok értékes talajvízszint adatot (56).

Az országosan nagy kiterjedésű árvízmentesítési és erdészeti talajvízmegfigyelés mellett csak elszigetelten, egyes pontokon, nem a szükségletek és a vízföldtani adottságok figyelembevételével folyt az országban a talajvízmozgás megfigyelése egyes mintagazdaságokban, kertészeti, mezőgazdasági iskolák telepein, talajtani kutató állomásokon, vízműveknél, egyéb üzemekben.

A múlt század 60-as, 70-es éveiben hazánkban megindult rendszeres földtani kutatás és térképezés feladata lett volna alföldi területeinken a talajvíz helyzetének, mélységének, minőségének és a felszín alatti mélyebb víztartó rétegekkel való összefüggésének országos tanulmányozása. Sajnos, az osztrák geológusok, akiknek első földtani térképeinket köszönhetjük, — és meg kell mondani, hogy az akkori időhöz mérten korszerű és jó térképeket szerkesztettek — az Alföldet részletesen nem térképezték, innen

nem maradt ránk olyan gazdag földtani anyag, mint hegyvidékeinkről, Dunántúlunkról. Később, a századforduló körül megindult magyar földtani térképezés is elhanyagolta az Alföldet. Földtani tennivalót csak a hegyvidéken láttak, ahol akkori értelemben egyedül voltak ásványi nyersanyagok várhatók és ahol a földfelszín, a földkéreg fejlődésének, alakulásának széles időskáláját ölelik fel a felszínen levő kőzetek, tehát tudományos szempontból is sok a tanulmányozni való.

Alföldjeinken ezekben az időkben egyedül mezőgazdasági talajtani megfigyeléseket láttak szükségesnek. Nemzetközi viszonylatban is ez volt a helyzet és éppen a talajtan gyors fejlődése az olyan nagy alföldi területekkel bíró országokban, mint Oroszország, az Északamerikai Egyesült Államok, Németország, India, volt ösztökélője a magyar talajtani kutatásnak, amely a századforduló utáni években a nemzetközi fejlődéssel lépést tartott. (Lásd TREITZ PÉTER, TIMKÓ IMRE, INKEY BÉLA, GÜLL VILMOS, később BALLENEGGER RÓBERT és KREYBIG LAJOS munkásságát és térképeit.)

Az agrogeológiai térképezés — ahogy akkor ezt nálunk nevezték — a kutatások, fúrások során a talajvízszint helyzetének megfigyelésére is kiterjeszkedett, de a talajvízszintről összefüggő térképeket nem szerkesztettek, a felvételi lapokon a talajvízmélységet rendszeresen nem tüntették fel. *Lényeges lépést tett ezen a téren előre KREYBIG LAJOS, aki a két világháború közötti időben volt a Földtani Intézetben a talajtan művelője és a korszerű talajtérképezés megszervezője.* Az 1930-as évek végén sikerült megindítania az Alföld 25 000-es méretű talajtani térképezését. Az ő talajtérképei főleg termelésttechnikai célokat szolgáltak és elsősorban talajkémiai viszonyok feltüntetésére törekedtek. A talajok fizikai tulajdonságai és kémiai jellemzői mellett KREYBIG feltüntette a talajvízszint mélységét is. A talajvíz-adat több fúrásból egy-egy azonosnak ítélt területre jellemzőnek megállapított szint volt, nem adott összefüggő képet a vízszint elhelyezkedéséről, nem számolt az egyes kisebb tájakon belül is előforduló számtalan változattal, eltéréssel, mégis első kísérlet volt országos áttekintést adni a talajvízmélységről és a talajvízszint és talajkifejlődés közötti összefüggésről.

A talajtérképező fúrások azonban sekélyek voltak. A talajvíz szintjéig ritkán hatoltak le, így a belőlük merített kép nem is lehetett teljes és megbízható. A talajvíz helyzetére, arra, hogy a talajvíztükör nincsen-e nyomás alatt, milyen vastag a talajvíztároló réteg, milyen a vízrekesztő réteg felszínének domborzata, milyen vízutánpótlás, vízáramlás lehetséges stb., a talajtérképek és szelvények nem adhattak választ. Ezt csak a víztartók földtani feltárása és — a mi viszonyaink között — legalább 10—20 m-ig, egyes területrészekben 20—50 m-ig hatoló fúrások tisztázhatják. A talajvízviszonyok részletes térképezésének tehát az alföldi területek részletes földtani térképezésével kell együtthaladnia.

Ez a földtani térképezés magában is igen sürgős volt. Amint fent kifejtettem, alföldi területeink, vagyis 1918 utáni országterületünk nagyobb részén, egyáltalán nem került még sor rendes földtani célú térképezésre.



A századeleji talajtani térképek még földtani szemléletből indultak ugyan ki, de a KREYBIG-féle talajtérképek elsősorban agrokémiai térképek voltak, termelésttechnikai célt szolgáltak, a földtani alappal — sajnos — szakítottak. Gyakorlati szempontok diktálták ezt és ezek a szempontok annakidején kétségtelenül indokoltaknak, helyeseknek látszottak. Ámde a földtani alap és a talajrétegek anyaközeit is feltáró földtani szelvények a talajviszonyok és talajalakulás helyes megismerése szempontjából is szükségesek. Még inkább az építkezés és vízellátás, valamint vízrendezés szempontjából. Az első 5 éves terv építkezései, ipari és mezőgazdasági feladatai Alföldünket az érdeklődés homlokterébe állították. Sürgős szükség lett jó földtani térképre. Az ország első — és eddig utolsó — földtani térképét 1890-ben ID. LÓCZY LAJOS szerkesztette és 900 000-es méretben PAPP KÁROLY átdolgozásában 1918-ban jelent meg újabb kiadásban.

A LÓCZY—PAPP-féle térképen az Alföld területén hatféle képződményt találunk: Pleisztocén durva homokot és lösz, továbbá holocén futóhomokot, szikeseket, tőzeges területet és öntésföldeket. Az Alföld kutatói (HALAVÁTS I., TREITZ P., HORUSITZKY H., TIMKÓ I., SCHERF E., SÜMEGHY J., MIHÁLTZ I., BULLA B.) azonban már régen a lösznek többféle fajtáját különböztették meg; a holocén térszíneken is kimutattak átmosott löszanyagot, lösziszapot; a típusos szélhordta száraz térszíni lösz mellett kimutattak nedves vagy vízzel borított területen leülepedett, ún. infúziós lösz, homokos lösz; a futóhomok között is találtak pleisztocén és holocén korút, különböző szemcse nagyságút és osztályozottságút, mészgazdagot és mésztelent. A térkép tehát elavult, kicsiny méretű is; sürgős szükség volt részletesebb földtani térkép közreadására. Ehhez elsősorban az Alföld területét és bányászati kutatás alá nem eső sík- és dombvidékeinket kellett részletes földtani térképezés alá venni.

Az új, részletes és korszerű térképezés elindítására 1950-ben került sor. A Földtani Intézetben az első 5 éves terv előkészítése során VITÁLIS SÁNDOR, akkori igazgató, tervbevette az Alföld régen esedékes földtani újratérképezésének gyors ütemben való végrehajtását. Ugyanakkor a földtani térképezéssel karöltve elrendelte az alföldi területek összes kútjainak számbavételét, illetve az erre támaszkodó részletes vízföldtani térképezést. A kutak számbavételénél (kútkataszter) a kutak mélységét és a vízszintmélységet is mérni kellett, ami — ismerve az alföldi területek nagy kútsűrűségét — lehetőséget adott összefüggő talajvízszinttérképek szerkesztésére. Erről a vállalkozásról s ennek eredményeiről szól nagyrészt a jelen monografia. Végrehajtásáról később részletesen szólunk.

Alföldi területeink talajvízproblémái más intézmények szakembereit is foglalkoztatták. Így elsősorban a vízépítő mérnököket. Nekik köszönhető a tisztán megfigyelésre szolgáló talajvízkutak rendszeres építtetése. Az 1920-as években a Műegyetem Vízépítési tanszékének tanára, ROHRINGER SÁNDOR, a Duna—Tisza közén több csökutat építtetett az alföldi talajvízszint ingadozásának megfigyelésére. E kutak telepítése gyakorlati érdekből fakadt, egyrészt a lecsapoló csatornák talajvízszint süllyesztő hatását voltak hivatva ellenőrizni, másrészt a Duna—Tisza csatorna

előmunkálatait szolgálták. Később jelentőségük megnőtt és első láncszemei lettek az egész országra kiterjedő és központilag nyilvántartott talajvízfigyelő kútrendszereknek (120).

Az árvízmentesítő és lecsapoló társulatok is támogatták a talajvíz-megfigyelő munkát és résztvettek a figyelő kutak kiépítésében. A Sopronban székelő Erdészeti Kutató Intézet már megelőzően szintén épített talajvízfigyelő kutakat az Alföldön az erdőtelepítések megfelelő helyének kipuhatolására. Egyes években a MÁV is végzett talajvízingadozás-megfigyelést a vasútvonalak mentén, állomásokon és őrházaknál épített kutakban. E nagyobb területre kiterjedő talajvíztanulmányozás mellett több szakiskola, kísérleti intézet végzett talajvízméréseket, de eredményeiket központilag sajnos nem gyűjtötték össze.

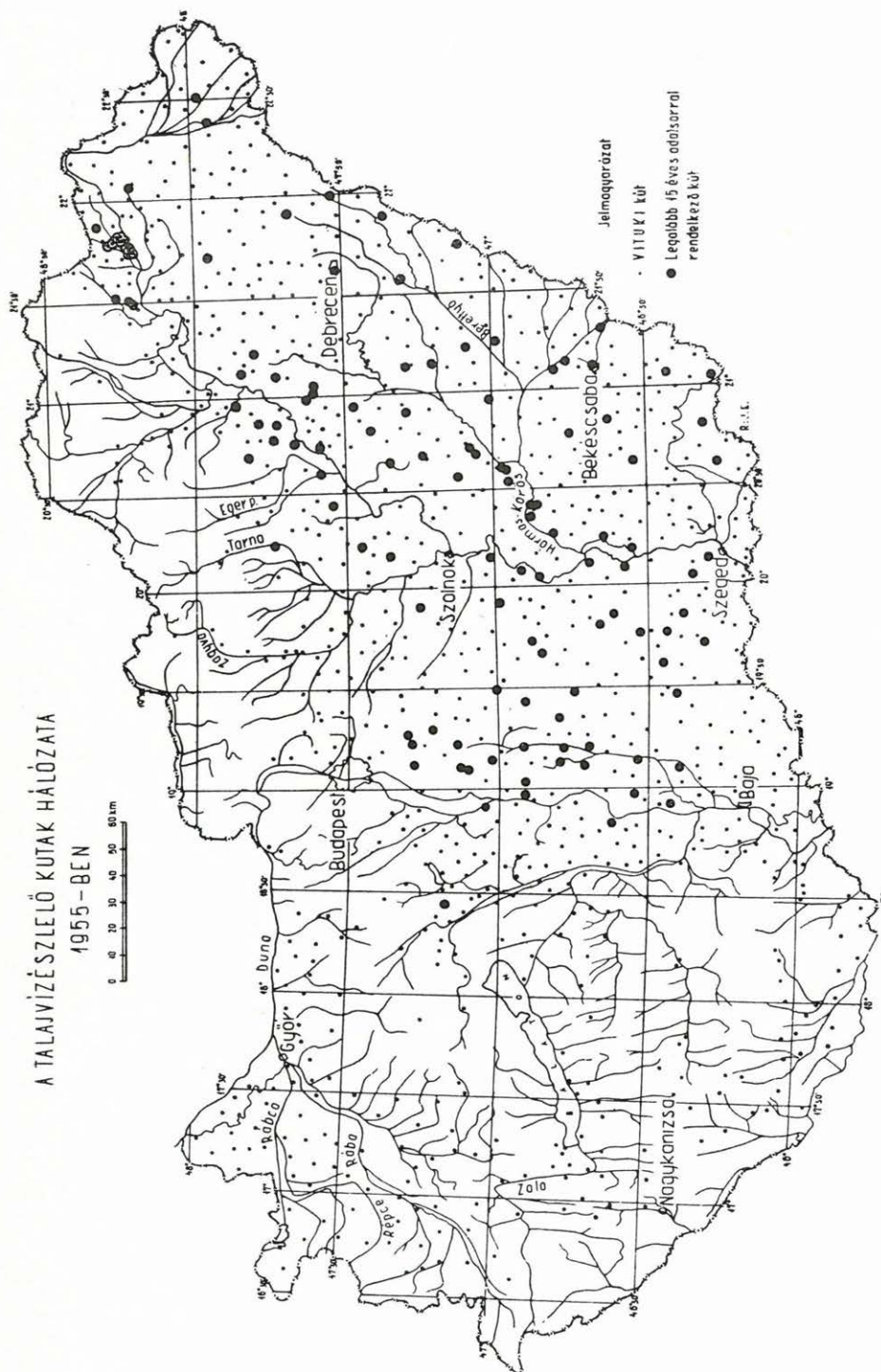
1933-ban a Földművelésügyi Minisztérium Vízirajzi Intézete vette át a talajvízkutak nagyobb részének felügyeletét, kezelését és hálózatuk továbbfejlesztését. Ez az intézmény a felszíni vizek mozgásviszonyainak és hidrológiai sajátságainak megfigyelésében és törvényszerűségeinek kutatásában már 70 éves múltta tekint vissza és európai színvonalon álló munkássága a magyar vízimérnöki karnak és magyar hidrológiának világszerte elismerést szerzett.

1933-tól a kutak száma évről évre szaporodott és adataik mintaszerű rendben gyűltek a Vízirajzi Intézetben. A háború természetesen e téren is visszavetette a fejlődést, de a vízirajzi szolgálat egyike volt a leghamarabb talpraállóknak, sőt új, gyors fejlődésnek indulóknak. 1933-ban 140 kútban folyt rendszeres észlelés; 1938-ban 365 talajvízfigyelő csőkút működött az országban. Ebben az évben az Országos Öntözésügyi Hivatal is bekapcsolódott a talajvízfigyelő kutak hálózatának kiépítésébe és három év alatt kerekén 100 kutat helyezett üzembe. Az Alföld nagyarányú öntözési előmunkálatai tették szükségessé a pontos talajvízészlelést. A háború alatt a kutak megrongálódtak, eltömődtek vagy nem észleltek bennük vizet. 1945 közepén azonban már 125 kútban kezdték el újra az észlelést és e szám év végére 159-re emelkedett (183).

A talajvízfigyelő kutak hálózata a Duna—Tisza közére és a Tisza és Körösök ártereire terjedt ki. Alig jutott kút az Alföld északi peremére és minden megfigyelés nélkül maradt a Kisalföld és a Dunántúl legnagyobb része. 1950-től nagyszabású fejlesztési programot dolgozott ki a Vízirajzi Intézet s azt az első 5 éves terv során végre is hajtotta. 1950-ben a rendszeresen észlelő kutak száma 440, 1954-ben 944. Ez az országos talajvízfigyelő hálózatba beépített kutak száma. Ezenkívül egyes építkezési helyeken további több száz kút működik. 1955 közepén a *Vízirajzi Intézet talajvíz törzskútjainak száma 2146 volt.* 1952-től a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet vette át a Vízirajzi Intézetet s ezzel a talajvíz-megfigyelő munka irányítását is. A VITUKI talajvízadatai évről évre mind terjedelmesebb részét teszik ki a mintaszerűen szerkesztett Vízirajzi Évkönyveknek. Néhány kútról havonta jelennek meg adatok a Vízirajzi Adatok c. közleményben.

1950-ben a Vízirajzi Intézet kéziratban elkészítette az Alföld első

A TALAJVÍZSZELŐ KUTAK HÁLÓZATA
1955-BEN



1. ábra

talajvíztérképét három változatban: a talajvíz mélysége a felszín alatt; a talajvíz elhelyezkedése tengerszint feletti abszolút magasságban; a talajvízszint ingadozásának mértéke. A rendelkezésre álló adatok távolról sem voltak elegendők ahhoz, hogy a változatos felszínű Duna—Tisza közén és a jobban egyengetett domborzatú, de éppen a talajvízmélység tekintetében változatos Tiszántúlon a néhány száz rendelkezésre álló figyelt kút adataiból az egész területre általánosítani lehetett volna. Így is nagyjelentőségű volt ez a kísérlet és egy tekintetben, a talajvíztükör tengerszint feletti helyzetére nézve, a megrajzolt kép a később sokkal több adathból felépített térképekkel nagyjából egyező. A kevés adathból nem lehetett azonban közelítően sem megrajzolni a terepszint alatti mélység helyes képét és az azonos ingadozást mutató kutak összekötése sem járt hatott sikerrel.

A Vízrajzi Intézetben készült 1950. évi kísérleti térképek voltak az első hivatalos térképek Alföldünk talajvízviszonyáról. De már jóval előbb (1938), megkísérelte IJÁSZ E. egy a talajvízviszonyok és az erdővegetációról szóló kitűnő könyvében összefüggő térképet rajzolni alföldi talajvízviszonyainkról. Ő az erdészeti és árvízvédelmi szervek által figyelt talajvízkutak adatait is összegyűjtötte, munkája úttörő jelentőségű (56).

A talajvíz szintjére vonatkozó adatok nemcsak a VITUKI kezelésében levő kutak adataival sokasodtak az utóbbi években, hanem az első 5 éves terv alföldi építkezései során lemélyített különböző célú, tudományos és gyakorlati fúrások talajvízadatai révén is. Az Alföld földtani és talajvízviszonyait a Tiszántúlon SÜMEGHY J. fúrásai tárták fel eddig legnagyobb terjedelemben. Nyomtatásban is megjelent szelvényei és a hozzá tartozó magyarázatok a kiindulópontjai minden alföldi építkezés előtervezésének. E fúrásokat a két világháború közötti időben mélyítették le és eredményüket Tiszántúl c. könyvében SÜMEGHY J. két kötetben közreadta (148).

Az 5 éves terv végrehajtása során a Mélyépítési Tervező Intézet, a Vízérőmű Tervező Intézet, a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet és a Földmérő és Talajvizsgáló Iroda és más szervek sok fúrást mélyítették le, amelyek hidrológiai szempontból feldolgozást nyertek. Ezek a feldolgozások elsőrendű forrásait képezik az Alföld talajvízkutatásának. Igen sok fúrást mélyített le a Magyar—Szovjet Olajipari Rt. Geofizikai Csoportja is az alföldi olajkutatás során. Ezek a 20—30 m-es mélyfúrások a legfontosabb dokumentumok lehetnének a síkvidéki területek felszínközeli földtanához és hidrológiájához. Sajnos, a fúrásminták vételének módja nem tette lehetővé azok további feldolgozását és a hidrológiai megfigyelések is elmaradtak a fúrások lemélyítése során. *Igaz, hogy e fúrások a maguk célját érték és nem is volt feladatuk, hogy földtani vagy hidrológiai kérdésekre is feleljenek, mégis meg kell állapítani, hogy ilyen nagyszabású fúrástevékenységnek nem lett volna szabad hasznosítatlanul maradnia földtani és hidrológiai szempontból.*

A földtan-tudomány feladata a tömértelen helyi megfigyelést összegyűjteni, rendszerezni és a földben tárolódó és mozgó vizeknek természet-

rajzát, elhelyezkedésük, mozgásuk törvényszerűségeit s a földkéreg kőzetanyagával, felépítésével, szerkezetével való összefüggéseit kinyomozni. Ez nem kis feladat és azt kívánja meg, hogy a magyar földtan nagyobb erővel forduljon az Alföld problémái felé, a Földtani Intézet pedig ne csak magáénak ismerje el a feladatokat, hanem azok megoldását elsőrendű tennivalói közé sorozza. Az Alföld-kutatás terén a földtani munkakör szorosan ölelkezik a földrajzival és hidrológiával.

A vízföldtan a terebélyesedő földtan-tudománynak napjainkban egyik leggyorsabban fejlődő ága. A vízre és ezen belül a talajvízre vonatkozó fejezetek mind tekintélyesebb részét foglalják el a földtani kézikönyveknek, monografiáknak. A talajvízzel, különösen a nagy feltöltött medencékkel, síkságokkal rendelkező országokban foglalkoznak. Alföldünk szerkezeti felépítésénél, méreteinél, éghajlatánál fogva különösen alkalmas terület a talajvízviszonyok tanulmányozására.

A talajvízre vonatkozó gyakorlati kutatások és észlelés sok műszaki vagy gazdasági jellegű intézet, üzem, vállalat keretében folyik. A tudományos összehasonlító feldolgozás, nagyobb tájak viszonyainak összefüggő elemzése, földrajzi és földtani megfontolásokat kíván. A tudományos kutatások motorja azonban a gyakorlati szükséglet. Nagyszabású építkezések tapasztalatai és szükségletei az alföldek földtani kutatását és a vízföldtan fejlődését éppen úgy előrehajtják, mint a bányászat hajtotta volt a hegyvidéki földtanét.

Az 1952-ben létrehozott VITUKI egyik fő feladatául tűzte ki a hazai talajvízviszonyok tanulmányozását és első lépésként kísérletet tett a talajvízkészlet meghatározására. Ennek eredményét nyomtatásban 1954-ben közre is adta (92). A földalatti vízkészletek számítása nehéz feladat, mert mindmáig nincsenek tisztázva a földalatti vízféslegesek, a feltöltött medencékben egymás alatt következő víztartó és vízrekesztő rétegek összefüggése és a különböző réteg vízének utánpótlása, ennek forrásai, útjai. A vízkészletszámítás a földalatti vizek vízföldtani feldolgozásának és megismerésének egyik utolsó lépése lehet. A talajvíz tekintetében tisztázatlan a talajvíztartó rétegeknek a mélyebb víztartókkal való kapcsolata és onnan való vízutánpótlása. A helyenként mutatózó talajvízjáték nagysága nem áll szükségszerűen arányban a vízutánpótlódás mennyiségével, sőt sok helyen fordított a viszony a két jelenség között. (Lásd a különbségeket a kavics vagy finom iszap, mint vízvezetők között; lásd az agyagrétegek járataiban, hasadékokban mozgó talajvizet; lásd a pangó talajvízmocsarak és gyorsan áramló talajvíz tükrének ingadozásában mutatkozó különbségeket.)

A VITUKI keretei közt a talajvízingadozás törvényszerűségeire és az ingadozásnak a csapadékkal, párolgással való összefüggéseire nézve is sok, beható tanulmányt folytattak. Ezek a tanulmányok elvezettek a talajvízmozgás előrejelzésének kísérletéig is. Az előrejelzésnek a tervszerű mezőgazdasági termelés irányításánál nagy jelentősége van; nem kisebb a jelentősége az árvíz- és belvízveszély leküzdésénél kívánatos előkészületek terén sem. Az előrejelzés sikeres megoldásának is legfőbb akadálya

a mélyebb rétegvizekkel való összeköttetés tisztázatlansága és a talajvíz horizontális áramlási irányainak, mennyiségének és sebességének nagyon hiányos ismerete.

A VITUKI 1954-től kezdve a Földtani Intézetben folyó talajvíz-térképező munkának is segítségére sietett és a munka befejezését hathatósan támogatta. A földalatti vizek feltárása műszaki feladat. Természetük, keletkezésük, fajtáik kikutatása természettudományi, földtani munkát kíván. *Voltak az újabb időkben törekvések arra, hogy a vízkutatást, elsősorban a talajvízre vonatkozó kutatást a Földtani Intézet munkaköréből kivonják és vízügyi intézmény keretében »egykézb«² vegyék. A talajvizet lehet — és kell is — sokféle szempontból kutatni, de a földtani és földrajzi kutatásból kihagyni nem lehet.*

A földtani kutatás a földkéregben elhelyezkedő víz problémájával mindegyre találkozik. A gyakorlati célú kutatások és a tudományos térképezés egyaránt figyel a vízre s vannak esetek — pl. a szénbányászati kutatásoknál —, amikor a víz szerepe döntő jelentőségűvé válik. Az alföldi — főleg mezőgazdaságilag hasznosított — területeken azonban gyakorlatilag nincs fontosabb földtani szempontból megfigyelni való jelenség a víznél; a víz elhelyezkedésénél, mozgásainál, a laza üledékeknek a vízzel szemben való viselkedésénél.

Számtalan, vízellátás érdekében készített földtani szakvélemény foglalkozik a talajvíz helyzetével, a víztükör elhelyezkedésének izohipszáival, a lejtésirányokkal és talajvízmozgással. Nagyobb építkezéseknél a talajvíz helyzetét, áramlási irányait, ingadozását, minőségét a földtani kutatás eszközeivel is mindig megvizsgálják.

A víz tehát — a talajvíz éppúgy, mint a mélyebb vizek — a földkéreg tartozéka, onnan ki nem parancsolható és ezért a földtani kutatás tárgya akkor is, ha más tudomány- és ismeretágak is foglalkoznak vele, esetleg kizárólag vele foglalkoznak.

A VITUKI, mint a vízzel foglalkozó műszaki tudományok otthona, a Földtani Intézet munkájába való bekapcsolódással egészséges példát mutatott a műszaki és természettudományi kutatás együttműködésére.

2. Talajvíztérképezés és kútkataszter a Földtani Intézet munkaprogramjában 1950—1955-ben

A Földtani Intézet 1950—1955 években az ország sík- és dombvidékeit földtani szempontból újratérképezte. A földtani térképezéssel párhuzamosan részletes talajvízészlelést is végeztek egyrészt fúrásokban, másrészt a térképezett terület összes ásott kútjainak számbavételével, mélységük és vízszintjük megméréseivel. A talajvízmegfigyelés a földtani viszonyok tisztázása terén is fontos szolgálatot tesz, de kétségtelen, hogy ezen túlmenően igen sok gyakorlati és tudományos érdek fűződik ennek a vizsgálatnak az eredményeihez. Ez vezette arra az intézetet, hogy a talajvízkutak teljes kataszterét elkészítse és erre komoly összegeket áldozzon.

Az ország síkvidéki részeinek teljes földtani térképezését a talajvíz-

felvételt is beleértve, terv szerint az első 5 éves terv keretében 1954. végére kellett volna befejezni. 1950—1953. évekre irányoztuk elő a terepmunkát, 1954-re a feldolgozást, egyeztetést, javítások elvégzését és az országos átnézeti térkép szerkesztését. A bejárando és térképezendő terület kb. 84 000 km² volt 356 db 25 000-es méretű lapon. E feladatot 5 évre, majd 4 évre elosztva, 90 térképlapon 20—22 000 km² terület térképezése vált esedékessé évente, ami 12—14 geológus és kb. háromszor ennyi segéd-munkás munkába állítását tette szükségessé. A kutak számbavétele és mérése külön 70—80 segéd munkást foglalkoztatott.

Az első három évben a munka az előírt ütemben haladt. 1953-tól azonban az intézet másirányú erős igénybevétele miatt a térképezés területét szűkíteni kellett és a nagy munkát befejezése a következő évekre tolódott (122—126/a).

1954-ben a Vízügyi Főigazgatóság is részt vállalt az országos talajvíz-térképező munka támogatásában és a Földtani Intézet a vízügyi kutató-sok tudományos összefogására alapított Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézettel együtt folytatta tovább a munkát, ami egyrészt a még térképezésre váró területek térképezéséből és a mérések folytatásából állott, másrészt a 4 éven keresztül gyűjtött adatok feldolgozásából. A terepmunkát 1955-re sem sikerült teljesen befejezni, de az összegyűjtött hatalmas adattömeg és az ország síkvidéki területeinek túlnyomó nagy részét felölelő részletes térképanyag olyan értéket képvisel, amelynek rendszeres feldolgozása és az eredmények közreadása az országos építkezési és mezőgazdasági tervezés számára föltétlenül és halaszthatatlanul szükségesnek látszik.

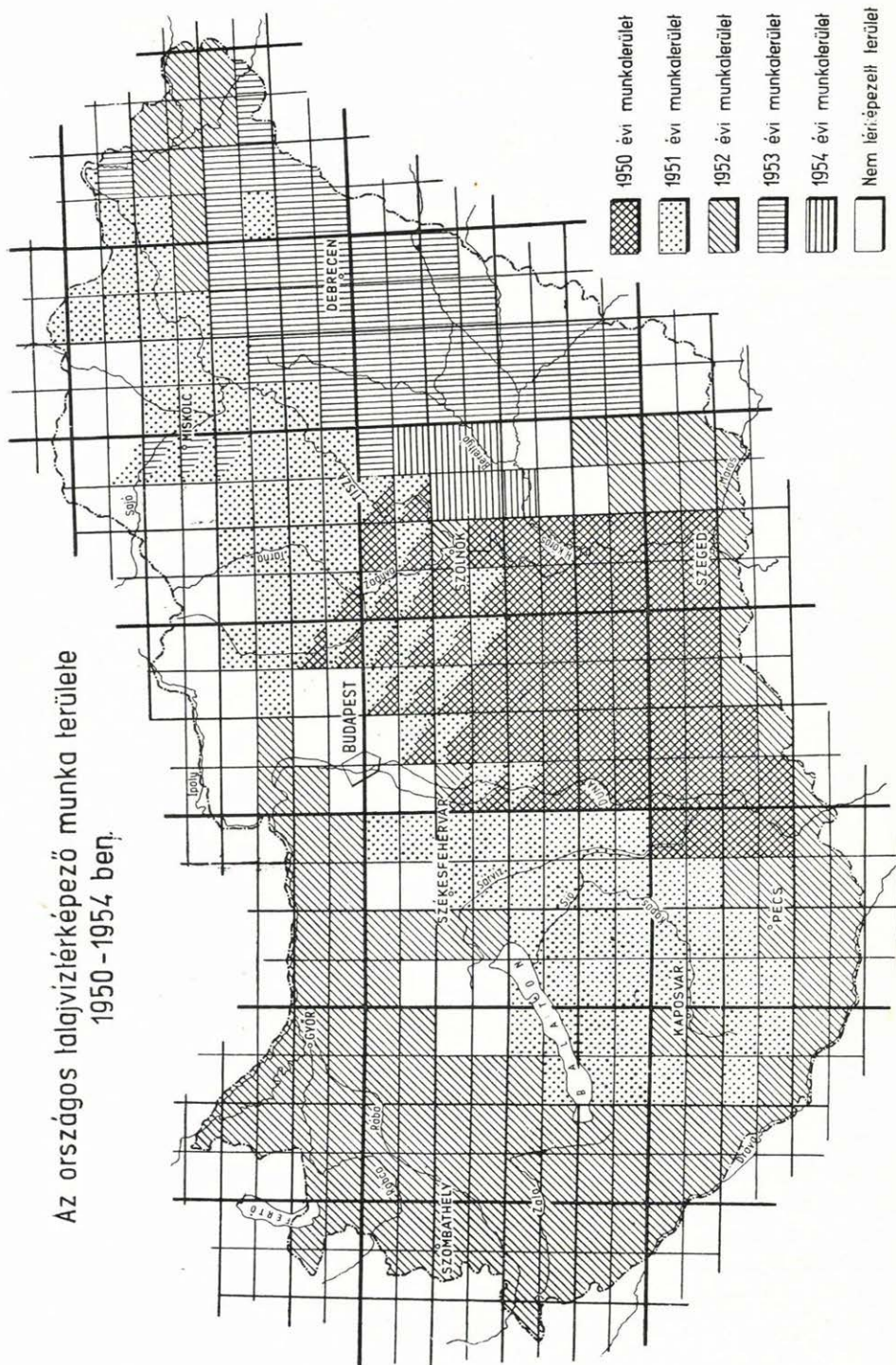
Az ország területe 392 db felvételi térképlapra terjed. Ezek közül 36-ot teljes egészében hegyvidéki lapként kezelünk. 356 olyan lapunk van, amelyek egészben vagy részben síkvidéki vagy dombvidéki területet ábrázolnak. Ezek közül 334 db-on térképezték a kutakat. 22 lap térképezése elmaradt.

Az ország egész területéből a talajvíztérképezés nem terjeszkedett ki a hegyvidékekre, ahol összefüggő talajvízszintek nem várhatók. Kimaradt a kútkataszterből Budapest környéke (8 lap), ahol a város szűkebb területéről részletes vízföldtani feldolgozás már készült. Elmaradt a térképezés 14 tiszántúli lapon (a Hármaskörös vidékén, továbbá a román határ mentén Sarkad és Battonya környékén).

Az 5 éves munka folyamán 1 030 042 ázott talajvízkút és 15 965 fúrt és artézi kút adatait jegyezték fel és térképezték a csoportok, vagyis több mint 1 millió kútmélység, illetve vízszintmélység adatát gyűjtötték össze. A térképezés során 1094 talajvízkútból gyűjtöttek be vegyelemzésre vízmintát. Kiegészítették ezeket az adatokat ott, ahol szükség volt rá, a MÁV kutak vízelemzési eredményeivel, továbbá a Földtani Intézet egyéb csoportjainak és kutatóinak gyűjtéséből származó vízminta-elemzésekkel.

Bár az országos munka a Tiszántúl egy részén és Budapest környékén nem nyert befejezést, a Földtani Intézet csoportjai az ország sík- és dombvidéki területeinek túlnyomó nagy részét térképezték. 78 000 km² feldol-

Az országos talajvízterképező munka területe
1950-1954. ben.



gozott területtel szemben 6000 km² a térképezésre nem került sík- és dombvidéki terület. Az eddigi adatok alapján azt mondhatjuk, hogy az ország talajvízviszonyairól nagyvonalúan tájékozottak vagyunk.

Milyen kérdésekre ad választ a Földtani Intézetben a talajvízviszonyokról összegyűjtött adat- és térképgyűjtemény?

1. Teljes és részletes kútsűrűségi térképet ad. A községek és városok belterületén kataszteri vagy úthálózati térképeken, külterületeken 25 000-es arányú térképeken megjelöli minden kútnak a helyét. Tájékozódhatunk egy-egy vidék kutakkal való ellátottságáról és következtethetünk a talajvízadó rétegek megcsapolásának mértékére.

2. Térképezték a kutakban talált víz mennyiségét, a vízoszlop magasságát. Bár ez a mennyiség időben változó és a vízoszlop-magasság a vízbőségre, az utánpótlódás gyorsaságára felvilágosítást nem ad, mégis e térképekből nagyvonalúan tájékozódhatunk a nyári idény vízviszonyairól, különösen a sűrű kúthálózatú területeken, ahol az egymást igazoló kutak ezreinél a kimerésből, napi, heti, havi vízingadozásból származó különbségek kiszűrhetők.

3. A feldolgozási térképek feltüntetik a kutak mélységét; a belterületi kutakét kataszteri vagy városi térképeken, a külterületiekét 25 000-es lapokon. Az adatgyűjtemény tudományos és gyakorlati jelentősége, hogy kijelöli vidékenként a hosszú évsoron át minimális vízállást, illetve a talajvíztartó réteg alsó határát, mert hiszen a kutak zömét a víztartó alatti első vízrekesztő rétegelig mélyítik le, ill. olyan mélységűre ássák, hogy azok száraz években és a legszárazabb évszakokban is vizet adjanak. A vízszint-adatok és kútmélység-adatok egybevetése az Alföld területének egy részén felhívja a figyelmet a nyomás alatti talajvízre. Azokon a nagy kiterjedésű területeken, ahol a felszínen vízrekesztő rétegek vannak, ezek alatt a talajvíztükör nyomás alatt áll. A kútásáskor megnyitott vízadó réteg vize a kútban felemelkedik a víztartó réteg felső határa fölé. Az ilyen területek kútjaiban a fenékmélység mindig jóval a minimális vízállás szintje alatt van. A kútmélység-térképek másik eredménye, hogy a környezetüknél jóval mélyebb kutak felhívják a figyelmet a mélyebb víztartó rétegekre. A felszínközeli második, harmadik víztartó rétegeknek kevés és rossz talajvízű Alföldünkön különös jelentőségük van.

A kútmélységek ismerete a vízkiemeléssel szemben támasztott igényre is fényt vet. Ez különösen új gazdaságok, telepek, községek szervezésénél, berendezésénél fontos. Egyébként a kútadatok gyűjteménye a kiemelőszerkezetek nyilvántartására is kiterjed, megadja továbbá a kútnak béléseinek anyagát is (gemes, kerek, szivattyús kutak, tégl-, cement-, fa-béleléssel vagy bélelés nélkül).

4. Az országos összeírás legfontosabb eredménye a talajvízszint felszín alatti mélységének megállapítása országszerte. A vízszintmérések 4 éven át tavasztól őszig folytak. Ennek következtében a kapott értékek különböző időpontokra vonatkoznak. Egy-egy kisebb táj mérési eredményeiből a felvétel időpontjára összefüggő képet lehet rajzolni, de az egész ország talajvízszint térképét összefüggően csupán ezekből az adatokból pon-

tosan és részletesen megszerkeszteni nem lehet. Igaz, hogy alföldjeinken nagy területek vannak, ahol a talajvíz évszakos ingadozása kicsi és így bármely időpontban mért talajvízszint közel áll a normálishoz. (Pl. a Kisalföld medencéjének kavicssterületei, ahol a talajvízjáték néhány deciméter nagyságrendű sok év átlagában, ilyen a Duna—Tisza köze déli részének homokhátsága, ahol az ingadozás sok év alatt is 1—1,5 m.) Ilyen területeken normális talajvízszint-térképet szerkeszthetünk egyszeri mérés eredményeiből is. Másutt azonban, ahol a talajvíz szintjének évi rendes ingadozása a méteres értéket meghaladja, csak többszöri mérés és hosszú évsorok talajvízmozgásának figyelembevétele vezethet megbízható térkép szerkesztéséhez. E célból feldolgozásainkban mindenütt figyelembe vettük a VITUKI állandóan figyelt talajvízkútjainak adatait, ahol pedig ilyen kutak nem voltak, a földtani intézeti felvételi csoportok szervezték meg a többszöri észlelést.

Tudni kell, hogy országos áttekintő talajvízmélység-térképet nem lehet méteresnél részletesebb izohipszákkal szerkeszteni. A méteres vonalérték pedig elbírja a kis ingadozású területek deciméter-rendű változásait, vagy a kutak kimeréséből származó — rendszerint centiméteres rendű — eltéréseket.

A Földtani Intézet talajvíztérképezését a legtöbb kritika mégis ezen a ponton érte. Voltak, akik szívesebben látták volna az egész országterület kútjainak egy időben való megmérését és erre nagyobb apparátust kívántak volna mozgósítani. Ilyen észlelés azonban egy millió kútnál — a különböző szerkezetű, helyzetű, megközelíthetőségű kutakat figyelembe véve és azt is, hogy a kutak helyét térképszerűen pontosan meg kell állapítani — kivihetetlen. Még ha elegendő nagy számú mérőgárdát tudnánk is erre a célra beszerezni, a nem begyakorlott személyzet, a különböző értelmezés és az ellenőrzés hiánya legalább annyi hibát vinne bele az adatgyűjtésbe, mint az időben elhúzódó megfigyelés.

5. A talajvíz szintjének a tengerszint feletti abszolút magasságára nézve a kútkataszter nem ad választ, mert a sokszázezer kút nincsen szintezve. Mégis a kutaknak részletes térképekre való bejelölése a szintvonalak alapján lehetővé teszi a vízszintnek tengerszint feletti értékre való átszámítását. Segítségül véve a különböző intézmények szintezett kútjainak adatait, valamint a szintezett földtani fúrások talajvíz adatait, ez az átszámítás tökéletesíthető, és országos átnézeti térképen 5 m-es magasságkülönbségekkel eléggé megbízható szintvonalakkal ábrázolható.

6. A talajvíz vízszintes áramlásának kérdésére a Földtani Intézet adatgyűjteménye nem ad közvetlen választ. Ellenben a tengerszint feletti magasságra átszámított adatok képet adnak a talajvíz szintjének domborzatáról s ezzel az áramlás valószínű irányairól. A földtani fúrások és rétegsorok egészítik ki e téren ismereteinket. E nagyfontosságú kérdést tisztázni csak a fúrások erős sűrítésével, egy-egy kulcsterület vízingadozási adatainak rendszeres észlelésével, továbbá vízáteresztő-képességi vizsgálatokkal lehet. De ahhoz, hogy a további részletkutatások helyét, irányvonalát, mélységét kitűzzük és a részletesen megkutatott helyek eredményeiből általánosításokat tehessünk, nagyon szükséges az országos áttekintés, a kútkataszter adta kép.

7. Az egyes feldolgozott térképlapok kútadatairól (266 km²-enként) statisztikai összefoglalások készültek. Ezek az összefoglalások a kutak vizének hőmérsékletét is magukban foglalják. A hőmérséklet-adatok nem mondhatók pontosaknak. A felvételi csoportok hőmérői nem voltak mind precíziós hőmérők és a felvételi idő alatt állandó ellenőrzésükről nem lehetett gondoskodni. Az adatok csak általános tájékoztatásul szolgálnak, hibahatáruk 1—2 C°.

Ezek a hőmérsékleti adatok mégis fontosak azért, hogy felhívják a figyelmet az esetleges mélyebb rétegvizekből táplálkozó kutakra; néhány helyen pedig szerkezeti vonalak nyomozására is alkalmasak.

A laponkénti statisztikai összefoglalások áttekintést adnak egy-egy kisebb táj átlagos talajvíz- és kútmélységéről, a legsekélyebb és legmélyebb kutakról, a sekély és mély kutak egymásközi arányáról (kútmélység rangsor-görbe), a kútmélység és vízszlopmagasság összefüggéséről, végül a kútmélység, vízbőség és a víz hőmérsékletének együttes alakulásáról.

8. A különböző tájak talajvizeinek vegyi elemzési eredményei egészítik ki a kútkataszter adatait. A vegyi vizsgálatra beküldött talajvízminták gyűjtése nem a kútkataszteri csoportok feladata volt, hanem a térképező geológusoké. Térképlaponként (266 km²) 4—6 vízmintát küldtek be a Földtani Intézet vegyi laboratóriumába. Utasítás szerint a térképezett terület különböző földtani felépítésű részeinek talajvizeit kellett megmintáznok. A talajvíz-térképező csoport azonban kisegítésként maga is gyűjtött mintákat a felvétel 2.—3. évétől kezdődően. Sok vízmintát gyűjtöttek a talajvizes csoportok a vízingerőzés szempontjából részletesen tanulmányozott területeken: a Kisalföldön és az Alföld északi peremén.

A beküldött talajvízmintákat a Földtani Intézet vegyi laboratóriumában elemezték meg. Az elemzés kiterjedt az összes keménység, a karbonát keménység, a lúgossági fok, az oxigénfogyasztás és a fenolftaleinre való kémhatás meghatározására. A vízben oldott kationokat és anionokat az ionok mg/l súlyában és Than-féle egyenértékszázalékban határozták meg. A kationok csoportjában nátrium, kalcium, magnézium, ammónium szerepel az elemzési jegyzőkönyvekben, az anionok csoportjában: klór, hidrokarbonát, szulfát, nitrát, nitrit, kóvasav. Meghatározták az összes oldott anyag mg/l súlyát, illetve az elemzések egy részénél az összes szilárd maradékot.

A talajvízkémiai adatok kétféleképpen kerültek térképi ábrázolásra: keménységi és lúgossági áttekintő térképek készültek 1 000 000-s méretben; a teljes elemzés eredményeit tükröző diagramos feldolgozás készült 100 000-es és 200 000-es méretben (123—126/a).

1950-ben a Duna—Tisza köze került térképezésre. A kezdeti év sok nehézséggel és bizonytalansággal járt. A méréseket végző munkaerők felszerelése és betanítása hiányos volt. A belterületi kutakat külön csoportok foglalták kataszterbe, a külterületi kutakat a földtani térképezést végző geológusok mellé beosztott munkaerők térképezték. A következő években a szerzett tapasztalatok alapján jobb kiképzést kaptak a talajvíztérképe-

zést végző munkaerők. A külterületi és belterületi térképezést továbbra is külön csoportok végezték, de az irányítás és ellenőrzés egy kézbe került.

1951-ben az Alföld északi peremén folyt a térképezés, majd a nyári idény második felében a Dunántúl déli részén. Mindkét területen folyó munka azt mutatja, hogy összefüggő talajvízszint-térképeket csak a síksági területeken lehet az ásott kutak adatai alapján szerkeszteni. A domb- és hegyvidékeken a kúthálózat gyér, a kutak domborzatilag és földtanilag igen különböző helyzetben vannak, a vízszintek azonosítása nehéz vagy megoldhatatlan. A kútkataszter azokon a lapokon is a teljes területen készült el, ahol a vidék egy része már dombos-hegyes, hiszen helyileg ezek az adatok is értékesek. Az összefüggő talajvízszinteket ábrázoló feldolgozási térképekből azonban ezek a területek kimaradtak.

A Kisalföldet és a Dunántúl nyugati és északi részét 1952-ben térképezték. Ezen a területen is csak a síkvidéki területek talajvízszintjéről lehetett összefüggő térképeket szerkeszteni. A külterületi adatok itt sokkal szegényesebbek, mint az Alföldön, minthogy tanyarendszer nem fejlődött ki. A községek sűrűsége azonban ezt a hátrányt némileg ellensúlyozza. Ugyanez évben egy munkacsoport megkezdte a kútkataszter felvételét a Tiszántúlon is és az észak-tiszántúli területeken térképezett. Egy másik csoport a Dunántúlon, a Duna—Tisza közén és a Tiszántúlon a déli határ-övezet kútjait térképezte.

1953-ban a Tiszántúlon térképezett a talajvízcsoport. Feldolgozásra került a Nyírség, Hajdúság, Hortobágy területe, a Berettyó vidéke és a Körösök vízvidékének egy része. A csoport felszerelése és kiképzése ebben az évben volt a legjobbnak mondható. A terület pedig ilyen rendszerű kutatásra a legalkalmasabb. A tanyahálózat mindenütt elterjedt, a kúthálózat sűrű és egyenletes eloszlású.

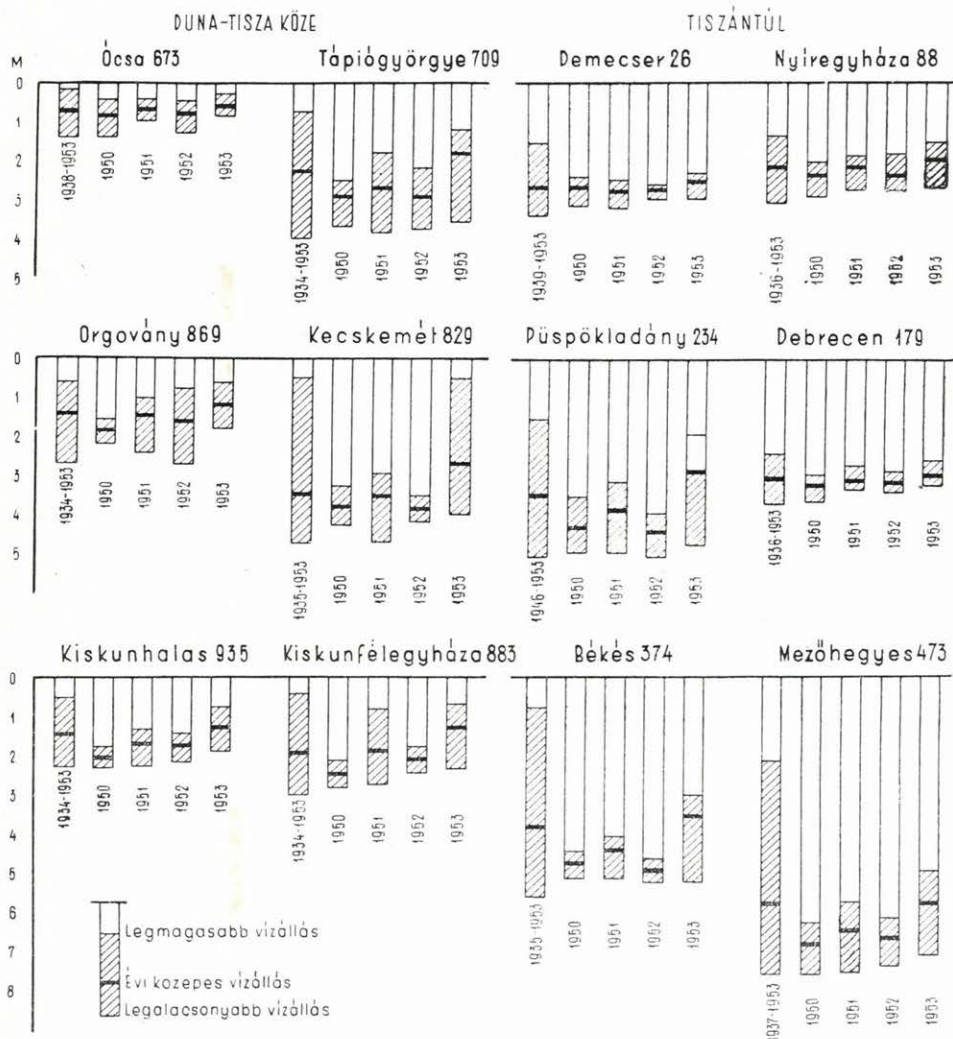
1954-ben az 1953-ban abbamaradt térképezés hiányainak foltozása folyt. 6 lap került feldolgozásra a Berettyó—Körös torkolattól északra.

1955-ben belső feldolgozás történt. Terepmunkát csak Budapesttől délre a tököli lapon végeztek, ahol az Eötvös L. tudományegyetem élet- és földtudományi karának geológus hallgatói térképezték vízföldtani tanulmányuk során a terület talajvízviszonyait. A Tiszántúl déli részén a részletes vízföldtani kutatásra kiválasztott 25 km²-nyi kis mintaterületen Békéscsabától délre a kutakat újra térképezték és az eddigi méréseket szivattyúzási és elszívárgási vizsgálatokkal, valamint fúrásokban történt tüzetes talajvízmegfigyelésekkel egészítették ki.

Az 1950—54. évek az ország túlnyomó részének térképezési évei — meteorológiai viszonyok tekintetében a következő képet mutatllák:

1950-ben a Dunántúl csapadékosabb volt az átlagosnál (110—120 %). Az Alföld átlagon aluli csapadékot kapott (90—100 %). Csak néhány terület-folt északon és nyugaton kapott több esőt az átlagosnál (a Hegyalja 110 %, az Észak-Nyírség 105 %, a Duna—Tisza közének közepe 110 %, a nyugati alföldperem 110 %). A tél és ősztől eléggé csapadékos volt országszerte, ellenben a tavasz és különösen a nyár nagyon száraz. Nyáron a sokévi átlagos csapadéknak mindössze fele hullott le (40—60 %).

A figyelt talajvízkutak vízállása igen változóan tükrözte az általános csapadékviszonyokat. Általában az 1950-es év az alacsony talajvízállás éve. Sok kútban 15—20 éven keresztül tapasztalt legmélyebb szintre szállt le a víztükör, jó egynéhány teljesen kiszáradt. Az 1950-es év mélypontnak



4. ábra. Összehasonlító adatok az 1950—53. évek talajvízjárásáról. VITUKI kutak adatai

és fordulópontnak számít a rendszeres talajvízfigyelés két évtizede óta. Különösen érzékeny volt a talajvízsüllyedés a Felső Tiszánál (Fehérgyarmat), a Tiszántúl déli részén (Békés, Vásárhelykutas, Mezőhegyes) és a Duna—Tisza közén (Tarnaszentmiklós, Tápiógyörgye, Orgovány, Kiskunhalas, Kiskunfélegyháza).

A nagy ingadozású kutakban az 1950. évi átlagos talajvízállás kb. egy méterrel volt mélyebb a sokévi átlagosnál. Azokban a kutakban, ahol a víz-játék kisebb, félméter körül jár a különbség (a folyók melletti kutakat itt nem vettük figyelembe). Ilyen erős talajvízsüllyedés az 1950-es év általános meteorológiai viszonyaiból nem magyarázható. Mint mondtuk, a tél és őszt eléggé csapadékos volt, csak a nyár volt különösen száraz. A talajvízállások mélypontjában az előző év, ill. évek csapadékjárása is éreztette hatását. Voltak vidékeink azonban, ahol az 1950. évi talajvízállás nem volt mélypont, hanem az átlagos körül járt. A paksi, ócsai, fülöpszállási, demecseri, nyíregyházai, debreceni, kenderesi, kondorosi figyelt kutakban az 1950. évi átlagos talajvízmélység a sokévi átlagoshoz volt közel.

Az 1951. év az egész országban csapadékos. A sokévi átlagos csapadékmennyiségnek 110—120 %-a hullott le. Mindössze néhány szárazabb folt maradt az ország területén, ahol a csapadék az átlagosnak csak kb. 90 %-át érte el; ezek a monor-irszai dombvidék, az esztergomi medence és a Berettyó-vidék. Az őszt ugyan száraz volt (60—80 %), de a többi évszak több esőt kapott a szokásosnál.

Az alföldi talajvízkutak zöme az átlagosan normális esőzés ellenére megmaradt az 1950. évi mély talajvízállás közelében, sőt egyes kutakban az 1951. évben állott be minimális vízszint. Nagyon sok kútban az 1951. év talajvízállása ugyanúgy a sokévi átlagoshoz állt közel, mint 1950-ben.

1952 ismét csapadékos év volt. Az ország területének túlnyomó része az átlagosnál több esőt kapott (Dunántúl 100—120 %, Duna—Tisza köze és Tiszántúl 120—130 %, az Alföld északi pereme és a hegyvidék 150 %). Egyedül a Dunántúl nyugati, határszéli sávján volt szárazabb időjárás (90—100 % csapadék). A csapadékoság télen és ősszel jelentkezett; a tavasz és különösen a nyár száraz volt. Tavasszal egyedül az északi hegyvidék kapott a szokásosnál több csapadékot, a nyár pedig az ország egész területén csak 40—60 % csapadékban részesült.

A talajvízkutak vízszintje ebben az évben is a sokévi szokásosnál mélyebb maradt, több kútban az 1951. évi átlagos szintet sem érte el, sőt egyesekben a sokévi minimálisra süllyedt (Paks, Dunavecse, Kecskemét [829. sz. kút], Püspökladány, Kenderes, Kondoros, Békés, Csorvás, Tótkomlós).

Az 1953-as év az egész országban szárazabb volt a normálisnál (80—90 %), kivéve a hegyvidéki területeket (Vértes, Mátra, Hegyalja és a Nyírség, 100—120 %). A szárazság ősszel volt nagymértékű. Az ország déli felén az átlagos csapadéknak ebben az évszakban csak 20—40 %-a hullott le, az északi felén 40—60 %-a. A téli és nyári csapadék majdnem az egész országban átlagon felüli volt (140—180 %). Tavasszal az ország déli felén a szokásos csapadék hullott, az északi felén azonban száraz volt az időjárás (60—80 %).

A kutak átlagos talajvízszintje ebben az átlagosan száraz évben majdnem mindenütt emelkedett az előző (csapadékosabb) évekkal szemben, és nagyon sok helyen a hosszú évsorok átlagos talajvízszintjénél magasabb értéket ért el.

1954 csapadékos év. Az országterület túlnyomó nagy részén több volt a csapadék, mint a sokévi átlagos érték. Csak a Sajó—Hernád vidékén és a Tiszántúl északi felén volt szárazabb az időjárás, 90%-a hullott le a szokásos csapadéknak. Azon a területen, ahol az 1954. évi felvételek folytak (a Nagykúnság déli része és a Körös—Tisza szöge), az időjárás a sokévi átlagosnak felelt meg, körülbelül annyi volt a csapadék, mint a sokévi átlag (600 mm körül). Az 1953/54. évi tél azonban nagyon száraz volt, a térképezett területen a szokásos téli csapadéknak alig fele hullott le. Az esőzés tavasszal és nyáron pótolta ki a hiányt. Az ősz újra száraz volt. A mérések az 1954. évi aránylag kis területen a nedves nyár utáni száraz őszben folytak le.

A talajvízkutak a téli szárazságot megéreztek és 1954. tavaszán jóval alacsonyabb vízállást mutattak, mint ami ebben az időszakban normálisnak mondható. Nyáron és ősszel azonban vízszintjük lassan emelkedett. Az őszi vízállások a sokévi közepes értékektől nem voltak távol. A térképezés e tekintetben sikerültnek mondható.

Az öt év csapadékviszonyainak és talajvízállásainak egybevetéséből általánosságban az a tanulság vonható le, hogy az átlagos csapadékviszonyok nem tükröződnek híven a talajvízmozgásokban, illetve a talajvíz évi átlagos szintjében. Az általános csapadékviszonyok az országterület nagy részén, különösen az Alföldön, késleltetve éreztetik hatásukat. Időben gyorsabban jelentkezik a száraz periódusok hatása. A párolgás, növényi felhasználás, a talajvízszint gyors süllyedésével jár, a visszatöltődés menete és ereje azonban leginkább az előző periódusok, előző évek csapadékától függ. A tavasz és nyár csapadékossága is közvetlenül csak abban az irányban hat, hogy a talajvízből való párolgást csökkenti. A hegyvidékek nagyobb csapadékossága jobban nyomot hagy a körülöttük elterülő medencék talajvízállásának emelkedésében, mint a medencékre lehulló csapadék bősége.

A térképezés éveinek átlagos talajvízszintje a sokévi normális szinttől legfeljebb másfél méter körüli értékkel tér el a tanulmányozott kutakban. A leggyakoribb eltérés azonban 1/2 m körül jár. Az eltérés 1950—52. években általában lefelé mutat, a talajvíz mélyebben áll az átlagosnál, 1953-ban az átlagoshoz közel áll, vagy kissé felette van. 1954-ben, a térképezett területen, a felvétel idejében az átlagos körül jár. A nyári szélsőséges alacsony talajvízállások, vagy a tavaszi maximális vízállások ezekben az években általában 1—1,5 m-rel maradtak alatta, vagy múlták felül a sokévi közepes talajvízszintet, csak kivételesen érte el ez az érték — nagy talajvízjátékú területeken — a 2—3 métert.

Az évente gyűjtött talajvízadatok feldolgozása során a hiányok kiküszöbölésére és a feldolgozás tökéletesítésére sok más intézmény eddigi talajvízmegfigyelésének eredményeit felhasználtuk. Elsősorban és legnagyobb terjedelemben a VITUKI (régebben Vízrajzi Intézet) talajvízkúthálózatának figyelését értékeltük ki. Az Intézet régebbi kútjai majdnem mind szintezettek, az észlelést 3 naponként végzik bennük. Különösen sűrűn borítják ilyen figyelt kutak a Duna—Tisza közét. Itt sok olyan

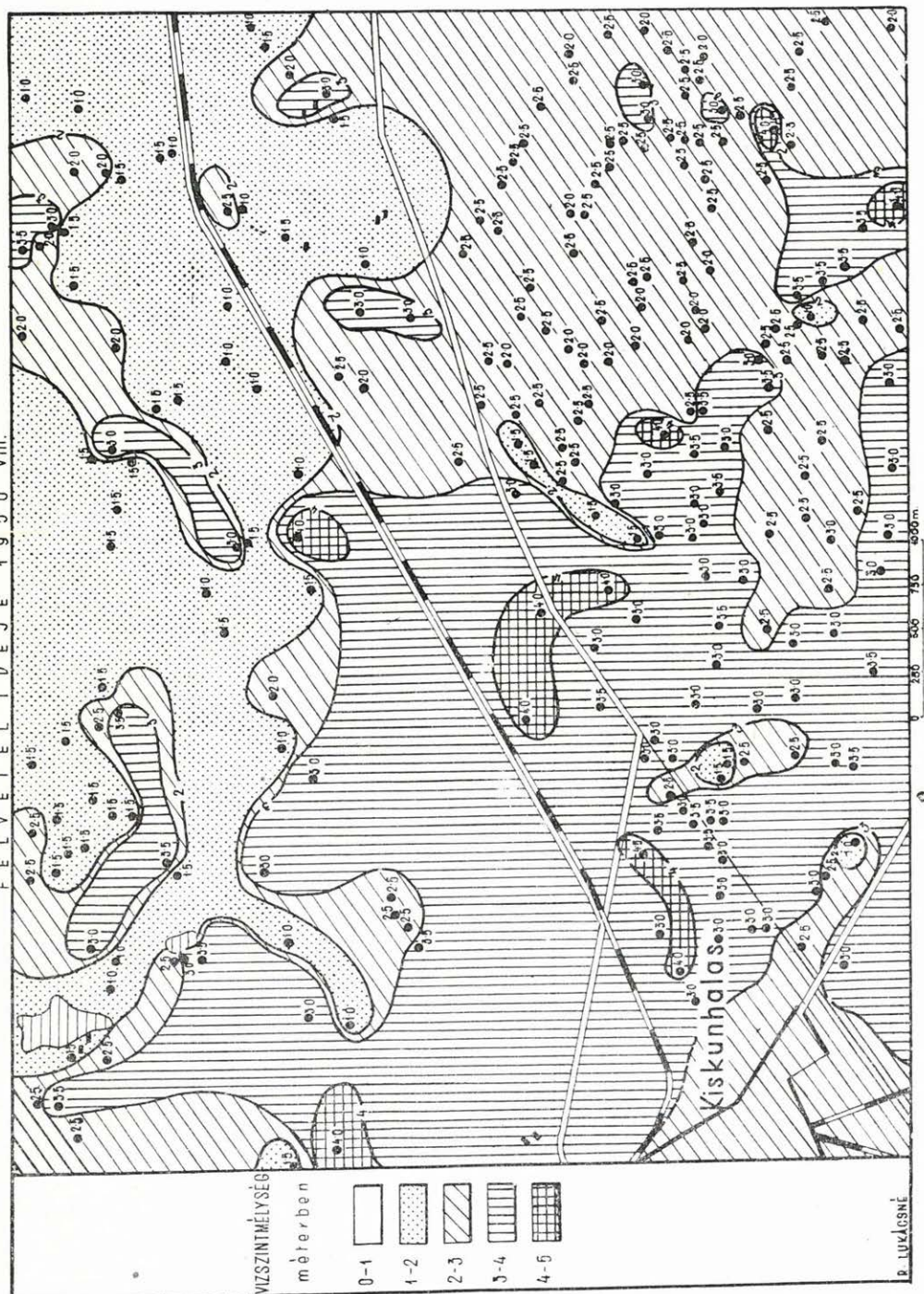
kutat találunk, amelynek 15—20 éves adatsora van. Ezeket az adatokat a Duna—Tisza közti talajvíztérképeink szerkesztésénél felhasználtuk. A helyes felhasználást elősegítette, hogy 1950-ben a Duna—Tisza között földtanilag is térképezték s így a VITUKI figyelt kútjainak domborzati és földtani helyzetét meg lehetett állapítani. Sajnos a Dunántúlon, Kisalföldön, az Alföld északi peremvidékein alig van, vagy éppen nincs a VITUKI-nak olyan kútja, amelyet hosszú ideje figyelniének. Ezeken a területeken a felvétel során teljes tájékozatlanságban voltunk a talajvíz játéka felől.

Nagy segítséget jelentett munkánkban a MÁV kutak hálózata. A MÁV vonalai mentén létesített talajvízkutakról pontos szintadatok vannak, itt tehát a vízszint abszolút magasságát is megkapjuk. 1929-ben a négy évszaknak megfelelően négyszeri vízszintmélység-mérést hajtottak végre a MÁV kútjaiban. Ennek eredményei hozzáférhetőek voltak s ezek révén az országterület egészéről elég sűrű hálózatban képet kaptunk egy évi évszakos vízszintingadozásról. [A MÁV 1929. évi vízszintmérési adatait BENDEFY (BENDA) LÁSZLÓ gyűjtötte össze és bocsátotta 1929-ben kéziratban a Földtani Intézet rendelkezésére.]

További kiegészítő adatforrásaink a földtani térképezés során lemélyített fúrások talajvízadatai voltak. Ezek ugyan szintén csak egyszeri mérés eredményeit adják, de összefüggő sorozatokban készültek, színtezett adatok és azzal, hogy a földtani rétegsort is megadják, a talajvíz elhelyezkedésének megértéséhez döntő fontosságú anyagot szolgáltatnak (98, 99, 150).

Helyenként sok egyéb forrást is igénybevettünk (talajtérképek talajvíz adatai, célkutató fúrások, építkezési fúrások adatai), mégis a talajvízjárás tekintetében nagy területeken kevés és hiányos volt ismeretünk ahhoz, hogy az országos talajvíztérképet egybehangolva elkészíthessük. Ezért a kútkataszteri felvétellel párhuzamosan 1952. nyaratól kezdve ismételt, rendszeres talajvízfigyelést szerveztünk a Dunántúlon és a Kisalföldön. Domborzati és földtani viszonyok figyelembevételével 50 000-es laponként 4—5 talajvízkutat szerveztünk be állandó, hetenkénti figyelésre. A kezdeményezés bevált, a felkért tulajdonosok nagyobb része a nyári hónapokon át szabályosan mérte kútjának vízszintjét és az adatokat intézetünkbe beküldte. 1953-ban a Dunántúl nagyobb részén a kutak figyelésével fel kellett hagynunk, de folytattuk a rendszeresen figyelt kutak hálózatának kiépítését két fontos területen, a Kisalföldön és a Felső-Tisza mentén. E területeken naponkénti figyelésre tértünk át és a kutakat is sűrítettük. A Kisalföldön 300, a Tisza mentén és az Alföld északi peremén 280 kút vízszintjét észleltük naponta 1953. márciustól szeptember végéig (126/a).

A Kisalföldön 1953. nyarán végzett részletes talajvízjáték-figyelést nemcsak az országos talajvízmélység-térkép elkészítése tette szükségessé, hanem a visegrádi vízlépcső tervezése is. A különböző Duna-vízállásokkal kapcsolatos talajvízállás, valamint a Duna közelében s főleg az alacsony fekvésű medencékben és ártereken észlelhető talajvízmozgás ismerete a



5. ábra. A kutakban mért vízszint ábrázolása az alaptérképeken

vízerőmű tervezésénél igen fontos. További mezőgazdasági érdek is fűződött ehhez a figyeléshez. Ez adatszolgáltatás a Hanság gazdasági hasznosításának tervéhez is.

A Felső-Tisza mentén és az Alföld északi peremén végzett napi talaj-vízjáték-figyelésnek ugyancsak voltak gyakorlati okai is. Ezek egyfelől a tiszalöki vízlépcső építésével voltak kapcsolatosak, másfelől a tiszántúli öntözési tervekkel és a mezőgazdasági termelés átalakításával.

Az országos talajvíztérképezés és kútkataszter eredményeinek és a talajvízre vonatkozó egyéb adatok felhasználásával az alább felsorolt kéziratok feldolgozási térképek készültek a Földtani Intézetben.

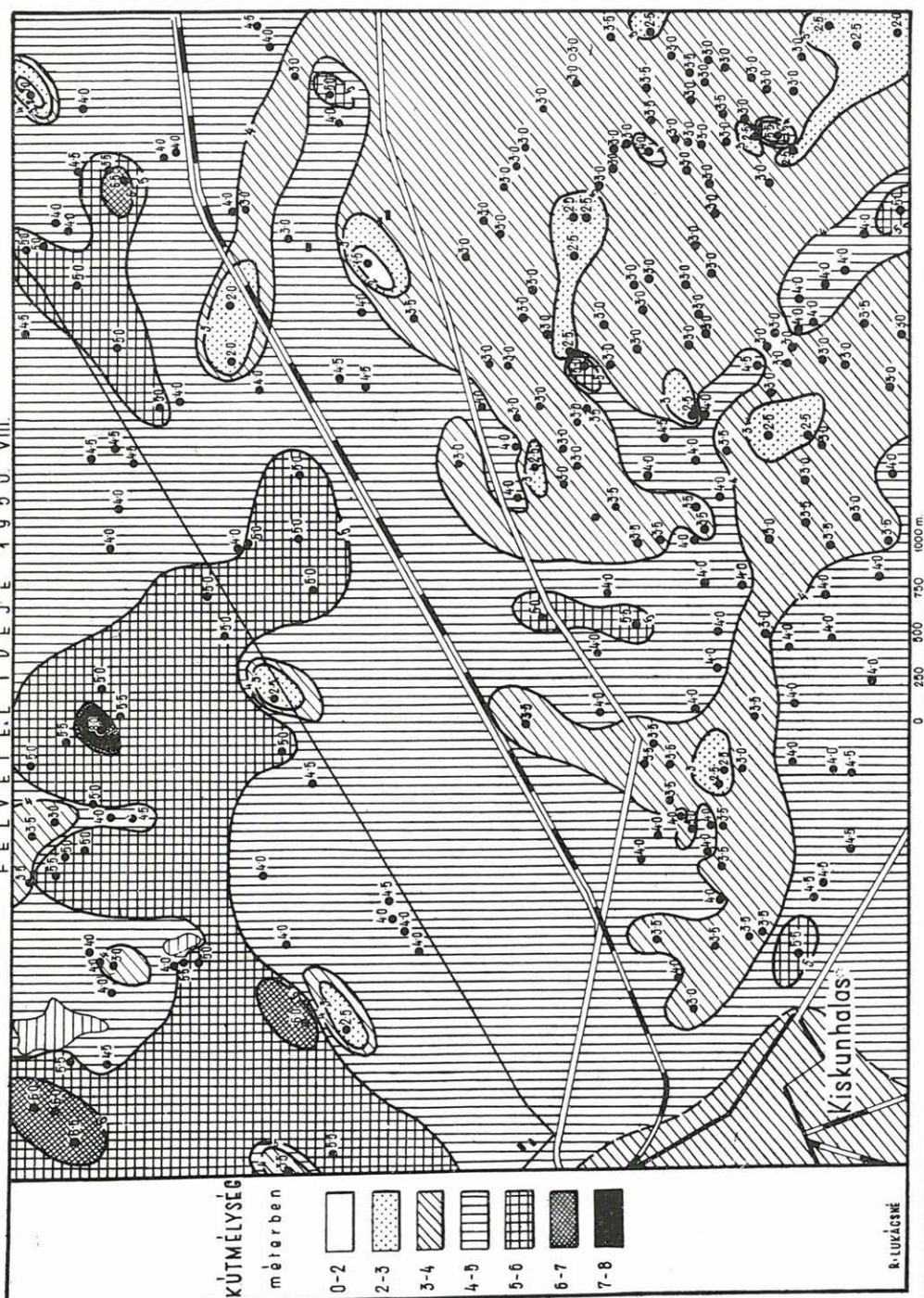
25 000-es térképeken feltüntettük a kutak vízszintjének mélységét a felszín alatt, a mért adatok szerint. Ahol azonos szinteket lehetett találni, ezeket a domborzat és földtani felépítés figyelembevételével egyenlő mélységi görbékkel kötöttük össze. Ezt első nyers feldolgozásnak nevezzük, megkülönböztetve a következő feldolgozásoktól, amelyeknek célja az adatanyag kritikai felülvizsgálata, a különböző lapok egyeztetése, a hibák, vagy nem talajvízre mutató adatok kiszűrése és — a legfontosabb — a hosszú időn át rendszeresen mért kutak adatai alapján a különböző időpontokban mért adatokból a valószínű közepes talajvízszint kiszámítása és ennek ábrázolása.

A községek belterületén csak kivételes esetben készítettük el a nyers feldolgozási térképeket kataszteri, vagy 5000-es méretben, olyankor, ha a község helyzeténél vagy nagyságánál fogva fontos szerepet játszott. A Dunántúl dombvidékein és az Alföldperem nem síksági területein csak a vízszintmélység bejegyzését végeztük el a kül- és belterületeken egyaránt, minthogy összefüggő vízszintek a területileg nem egyenletesen eloszló és ritka kúthálózatból nem állapíthatók meg.

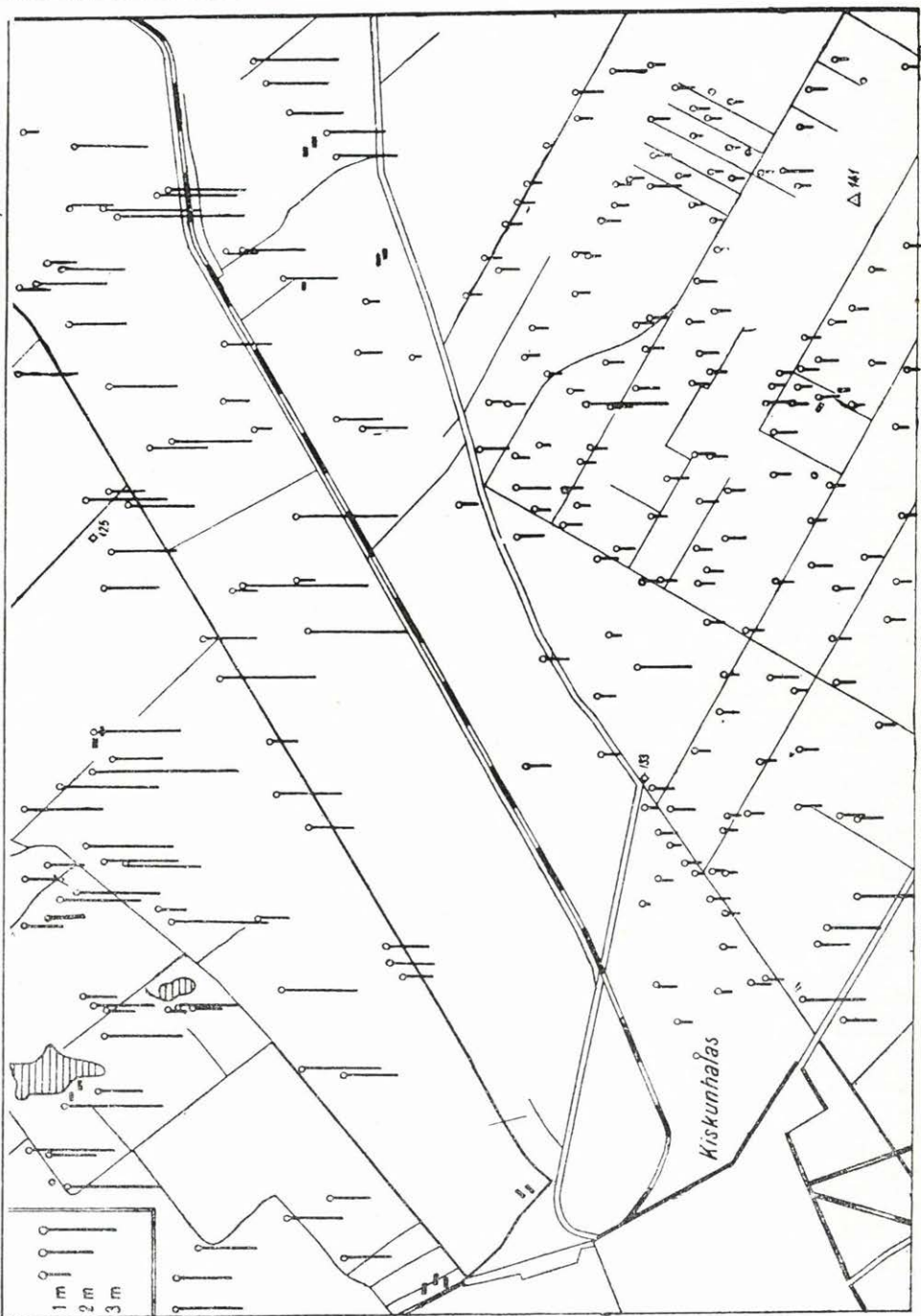
Az első nyers feldolgozáshoz tartozik az ugyancsak 25 000-es méretben szerkesztett kútmélység-térkép. Ennél is megkíséreltük az azonos mélységeket egyenlőségi görbékkel összekötni, de csak a jobb áttekintés kedvéért. Az ásott kutak fenékmélysége és az első vízadóréteg záró fekvése ugyan közvetve összefügg egymással, de nem pontosan, s többféle kivétel lehetséges. A kutak mélysége olyan síkvidéki területeken, ahol a talajvíz tükre szabad, nyomás alatt nem áll, a talajvíz minimális szintjéről is eléggé megbízható képet ad. A kútmélység adata időben nem változó, határozott érték, az erről készített térképek a terület felszínének földtani és morfológiai kutatásánál is jó támpontokat nyújtanak.

Az első nyers feldolgozás keretében rajzoltuk meg ugyancsak 25 000-es méretben a kutakban talált vízoszlopok nagyságának térképét is. Ezek a térképek felvilágosítást adnak a kutakban a mérés idején talált vízmennyiségről és közvetve a kutak vízbőségéről. Itt az egymás mellett levő és azonos viselkedésű kutak százai és ezrei egymást bizonyítják. A vízoszlopok térképezése a legegyszerűbb módon történt. A kutak helyét jelző karikákból különböző hosszúságú vonalak indulnak ki, ezek hossza arányos a kútban mért vízoszloppal. Egy-egy vidék talajvízkútjainak vízbőségét vagy szegénységét ezeknek a vonalaknak az erdejé kitűnően szemlélteti.

FELVÉTELI IDŐJE 1950. VIII.



6. ábra. A kutak mélységének ábrázolása az alaptérképen



7. ábra. A kutakban mért vízszlop ábrázolása az alaptérképen

A laponként több ezerre rúgó mérési adat áttekintése végett a külterületi kutak mélységéről, vízszintmélységéről, vizük hőmérsékletéről összefoglaló grafikus ábrák is készültek. A községek belterületéről ilyen részletes feldolgozást készíteni nem lehetett. Óriási anyag ez és aránylag kis területfoltokról ad csak képet. Egy-egy község talajvízviszonyainak tanulmányozásánál ezeket az áttekintő összegezéseket esetenként el lehet végezni. Az ország területének nagy áttekintésében a külterületi adatok feldolgozása a fontos, mert ezek képviselik alföldjeink területének túlnyomó részét.

A talajvízminták vegyelemzési adatainak térképi feldolgozásáról már szoltunk. A keménységi, lúgossági és szulfát, klór stb. arányokat mutató térképek mellett az elemzések teljes anyagából olyan térképeket szerkesztettünk, ahol a négy legfontosabb kation és négy anion mindegyike egy-egy közös diagramban szerepel. Egymás közötti arányukat egyenértékszázalékban ábrázoltuk, de a foltok nagyságát arányossá tettük az összes oldott anyag súlyával. Így elértük azt, hogy az ábrákban az oldatok töménysége is kifejezésre jut, s ugyanakkor a vizek jellege, az oldott anyagok egymás közti súlya, aránya is. A részletes kézirati térképek 100 000-es méretben készültek. Velük párhuzamosan elkészítettük az ország alföldi területeinek 100 000-es méretű földtani térképeit.

A kiértékelő munkát elősegítő egyéb feldolgozásokból kiemelendők a VITUKI által fenntartott és legalább 10 éven keresztül észlelő talajvízkutak vízjárásgörbéi, továbbá a hosszú évsoron át észlelt havi legmagasabb, legalacsonyabb és átlagos vízállásokról szerkesztett grafikonok.

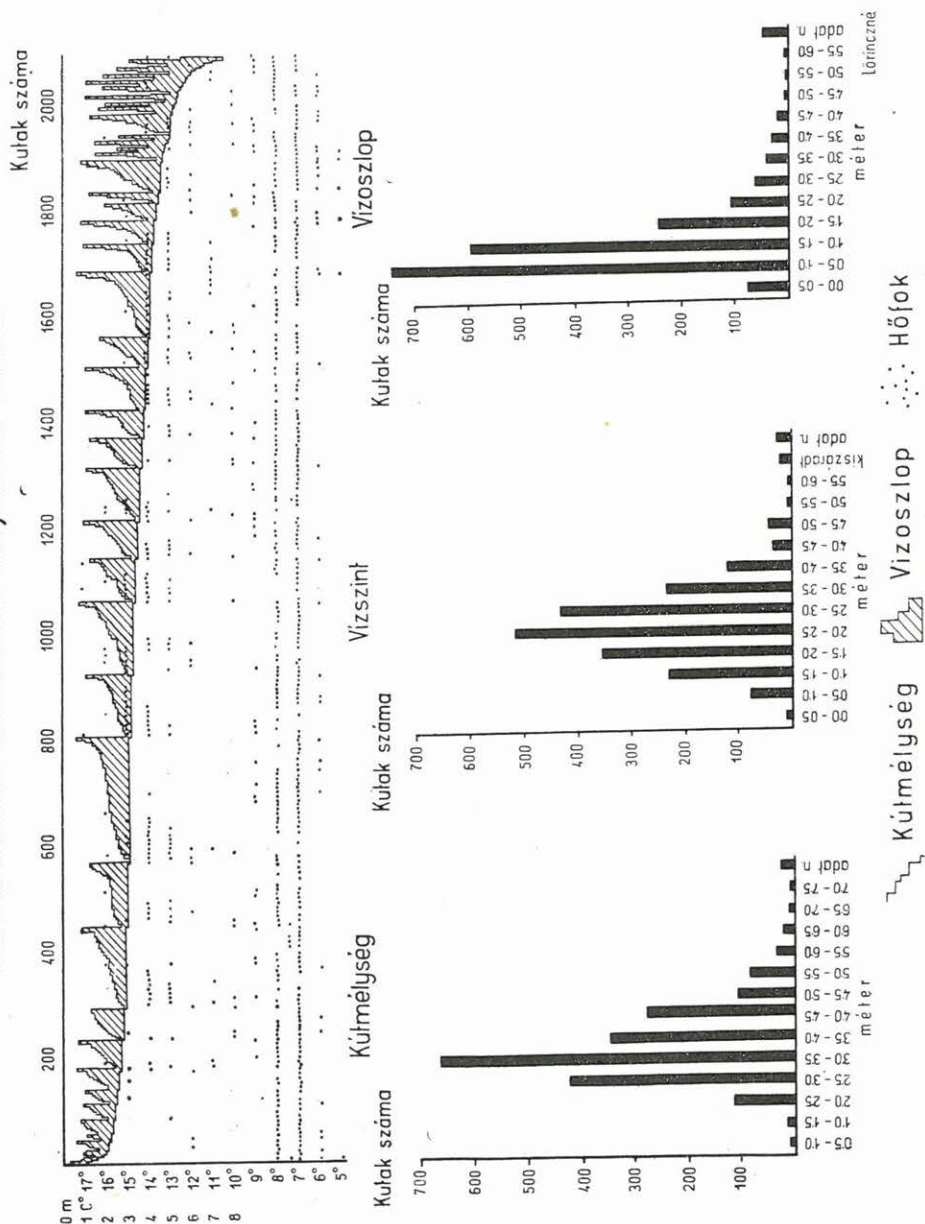
A második feldolgozási menetbe tartoznak a 200 000-es méretű összefoglaló térképeink. Ilyen méretű térkép készült a Duna—Tisza közéről, az Alföld északi pereméről, a Kisalföldről, a dunántúli Mezőföldről. Észak-Tiszántúlról és Dél-Tiszántúlról két változatban: *a)* a talajvízszint helyzete a felszín alatt; *b)* a talajvízszint abszolút magassága a tenger szintje felett.

200 000-es méretben készült el ugyanezen területek kútsűrűségi térképe és a talajvízvegyelemzési diagramokat tartalmazó összefoglaló térkép. Összehasonlításként a Földtani Intézetben rendelkezésre állnak a 200 000-es síkvidéki földtani térképek (SÜMEGHY-féle felvétel és feldolgozás). E térképek nagy terjedelmük folytán nem voltak eredeti nagyságukban e munkához mellékelhetők. Kisebbitve, 400 000-es méretben azonban a legfontosabbakat mellékeljük.

Belső munkatársaim közül BOCZÁN BÉLÁ-t, EGERVÁRI KATALIN-t, SZÖTS MÁRIÁ-t kell kiemelnem, mint akik éveken keresztül igaz odaadással segítettek a terepmunka irányításában és az anyag feldolgozásában.

Az Alföldet ismerő geológusaink legtöbbje tanácsaival, bírálatával segített; legtöbbet SÜMEGHY JÓZSEF, VITÁLIS SÁNDOR, MIHÁLTZ ISTVÁN, SCHERF EMIL. A hidrológus mérnökök észrevételének és tanácsainak is sokat köszönhetek. Mégis abban, hogy ezt a nagyszabású munkát sikerültnek mondhatjuk, hogy ez az óriási területre kiterjedő több millió adat értelmes rendbe volt összeállítható, a legnagyobb érdeme annak a 10—15

Kiskunhalas külterületi kútjainak adatai



8. ábra

tagú lelkes csoportnak van, akiknek legtöbbje mint külső munkatárs messze a szokásos kötelességteljesítésen túl magáévá tette az ügyet és éveken át a legnagyobb lelkesedéssel dolgozott a Földtani Intézet vállalkozásának sikeréért. Néhányuk nevét megemlítem. Az intézeti tagok közül SARLÓ KÁROLY, GAVRILLA KLÁRA, FARKAS ERZSÉBET, SZÉKELY ÁGNES, a külső munkatársak közül MEIXNER LÁSZLÓ, SZALAY LÁSZLÓ, SZABÓ LAJOS, RÉVAY KÁLMÁN, HOLLI SÁNDOR, SZÁSZ ISTVÁN, NÉMETH JOLÁN, KISS PÁL.

II. A MAGYAR SÍKSÁGOK ÉS DOMBVIDÉKEK TALAJVÍZVISZONYAI

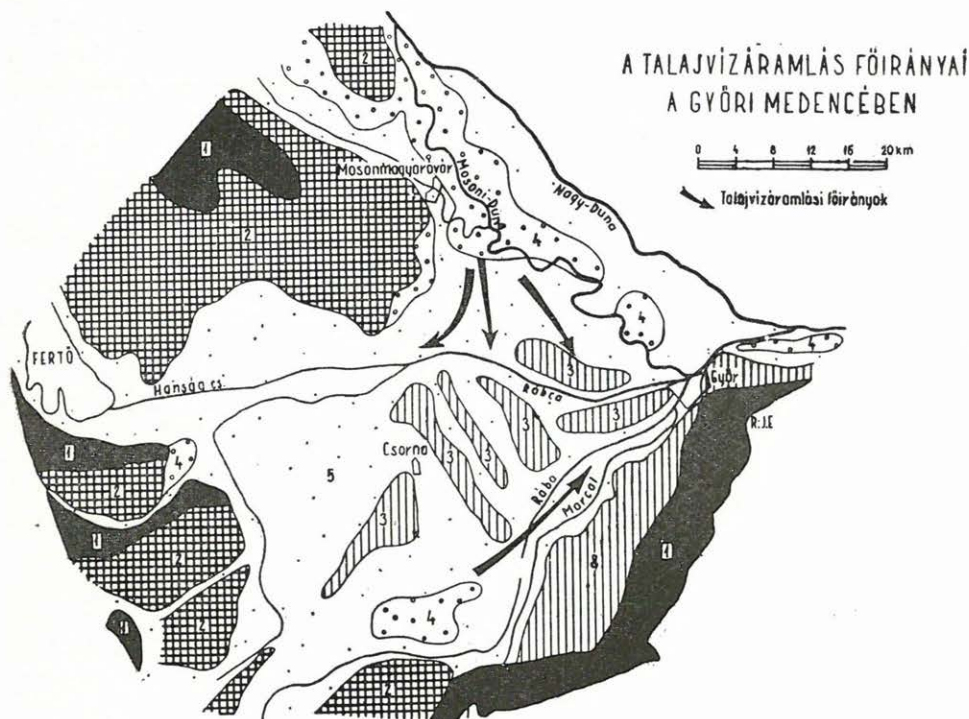
1. Kisalföld

A Nagy Magyar Medence kisebbik, egyszerűbb földtani felépítésű és felszíni síksága. Országunk területére csak a déli fele, az ún. győri medence esik. Kiterjedését 2000—4000 km² között állapíthatjuk meg aszerint, hogy határait hogyan vonjuk meg. Éles domborzati határai ugyanis csak nyugat és délkelet felé vannak; dél felé, a Rába és Marcal vidéke felé fokozatos az átmenet a Dunántúl dombvidékébe. Északkeleten Gönyүнél vagy Komáromnál zárhatjuk le az öblöt.

A Fertő-tó, a Duna és a Rába nagy kanyara közé eső rész a leginkább egyengetett síkság. Átlagos magassága a tenger szintje felett 125 m. Kiterjedése 2100 km². A medence közepe, a Hanság mély vidéke, 115 m tengerszint feletti magasságú, vizenyős, tőzeges mélyföld, amely a Fertő-tó medencéjét (a tó feneke átlagosan 113 m magas a tenger szintje felett) összeköti a Szigetköz és Csallóköz nagy domború törmelékkúpjának keleti alacsony szélével. A Duna a Kisalföld tengelyében, amely egyúttal a győri medence északi határa, 126—109 m t. sz. f. magasságban folyik és 60 km-es útján km-enként 28 cm-t lejt. Ugyanakkor a Fertőtől a Hanságon át a medence mélyén folyó Répce nyugat-keleti irányban 114—110 m t. sz. f. magasságban folyik és esése kb. 50 km hosszban km-enként 7 cm. A Rába a Kisalföld déli és keleti peremén fut végig Árpástól 115 m t. sz. f. magasságról Győrig (kb. 40 km hossz) 110 m-re esik, lejtése km-enként 12 cm. Ebből az olvasható ki, hogy a magasan folyó Duna kavicságyából a felszín alatti víz a Rába és Rábca alsó szakasza felé áramlik, elég nagy eséssel. Ennek az áramlásnak DNy-felé visszakanyarodó ága vízzel töltögeti a Hanság altalaját és széteszik a medencében. A Kisalföld DK-i pereménél a pannóniai dombok lábainál gyűlik össze az altalajban mozgó víz és a felszínen a Rába szanygyőri szakasza jelzi a víz levonulásának útját ismét a Duna felé. A talajvízminták vegyelemzési adataiból e dunai eredetű víz útja nem kísérhető figyelemmel, mert a felszínközeli talajvíz összetételét a helyi hatások erősen befolyásolják. A Dunától távolodva az összes oldott anyag hirtelen megnő és a kalciumhidrokarbonátos jellegű dunai vízben a magnéziumszulfát és nátriumklorid mennyisége és aránya ugrásszerűen emelkedik.

A Kisalföld medencéje kisebb is, fiatalabb is az Alföldnél. A holocén és pleisztocén lerakódások vastagsága a medence közepén is alig haladja

meg a 200 métert, míg az Alföld legmélyebb öbleiben 300—400 m. Még fontosabb különbség, hogy míg az Alföld felszínét felépítő pleisztocén és holocén korú képződmények anyaga elsősorban homok, iszap és lösz, addig a Kisalföld medencéjének tölteléke kavics, és pedig nagyrészt durva kavics és homok. A kavicslerakódás réteges, közé homok- és iszapcsíkok, -rétegek telepednek, néha agyag is, de a kavics végig uralkodó. A kavics elég nagy területen a felszínen van (Magyaróvártól Ny-ra és D-re, továbbá a Rába—



9. ábra

Jelmagyarázat: 1 pannóniai medenceperem; 2 pleisztocénelői durva kavicsleraszok; 3 pleisztocén-végi folyami homok és lösz; 4 alluviális kavics; 5 alluviális homok és iszap

Répe partjain Marcaltő—Beled—Kapuvár vonaláig), másutt homok, iszap fedi, kis foltokban lösz vagy löszös homok. A talajvíz azonban legtöbbször itt is kavicsban áll. A Kisalföld mélyvonalán, a Hanság területén 1—1,5 m vastag tőzeg települt a kavicsos homokot borító iszapba (158).

A Dunántúl tájai közül a Kisalföld területe az összefüggő talajvízszint-térképezésre alkalmas, sőt a magyar tájak közül a leginkább alkalmas. Sem az Alföld Duna—Tisza közti részén, sem a Tiszántúlon nem olyan nyugodt és összefüggő a talajvíztükör helyzete a felszín alatt és nem olyan könnyű az azonosítás, mint itt. Kedvező körülmény az is, hogy a Kisalföldön a vízszint függőleges ingadozása kicsiny, olykor elenyésző. A különböző időpontokban felvett vízmélységadatok egyeztetése tehát könnyű feladat. Az itt elért egyszeri felvételi eredmények ezért mezőgazdasági, belvízrendezési és építkezési szempontból jól használhatók.

A Kisalföld medencéjét pannóniai dombok szegélyezik. Nyugaton, a Fertő mellett éles lépcsővel meredeken emelkednek ki a megsüllyedt térségből. Keleten, a Bakony lábait betakaró pannóniai lepel feldarabolt ágai szintén meredek lejtőkkel nyúlnak be a medencébe: Sokoró, pannonhalma. Délen és északnyugaton fokozatos a domborzati átmenet a legidősebb negyedkori és harmadkori kavicsstakarókba: Kemeneshát, parndorfi tábla. Csak az ezekbe teraszosan bevágódott folyóvölgyek teremtenek változatosságot a felszínen.

A pannóniai rétegek a Kisalföld körül leginkább agyagok, homokos agyagok. Csak a perem keskeny sávjain találunk durvább szemcséjű parti üledékeket. Ezért a pannóniai térszíneken a kutak elég közel elérik a vízzáró réteget és a dombok tetején sem áll túlságosan mélyen a talajvíz szintje. Ahol lösz fedi a dombokat, ott a víz a lösz alján gyűlik meg, tehát mélyebben áll. A lösztakarók vastagsága viszont ezeken a tájakon nem nagy. A pannóniai dombok talajvízszintjei a medence felé, a meredek partokon kiékelődnek, másutt az őket borító kavicslepelbe torkollanak. A dombok többfelé takaratlanok. A pleisztocénvégi lösztakaró kevés helyen maradt meg rajtuk. Helyette a takaró sokfelé pleisztocén folyami homok és kavics. A talajvíz a magas levantei és alsó-pleisztocén kavicsmezőkben elég mélyen áll (10—25 m); a fiatal folyami homokokban közel találjuk a felszínhez, a takaratlan pannóniai dombokon igen különböző mélységben aszerint, hogy a homok- és agyagrétegek váltakozásából helyileg milyen sorrend alakult ki. Az idős magas kavicsmezőkön is találunk egyes agyaglencsék felett foltokban a felszínhez igen közel vizet. Ilyenek a kavicsot elég sűrűn takázzák.

A kisalföldi medence aljzatát képező pannóniai rétegek nyugaton harmadkori mész- és homokkőre, ezek pedig ókori kristályos palára települtek. A Kisalföld nyugati peremén hiányzanak a mezozoos lerakódások. A gneiszből és kristályos palából álló alaphegységre harmadidőszaki képződmények: helvétai agyag, lajtamészkő, szarmata konglomerátum, kavics, homok települ, de gyakran a pannóniai rétegek közvetlenül az alaphegységre támaszkodnak. A hegyvidék csapadéokban bővelkedik, nagy a felszíni lefolyás, a kőzetrepedésekben, hasadékokban és a hegylábakat takaró törmelékben és kavicsban is sok víz vonul le a völgyek és a medencék felé. A Kisalföld medencéjének talajvíze elsősorban itt nyugaton sok pótlást kap. A keleti oldalon jobbra mezozoos mészkőre, márgára és dolomitra támaszkodnak a pannóniai rétegek. Ezek kevesebb csapadékot kapnak, mint az Alpok keleti lábai, a felszíni vizek és patakok is kevesebb vizet szállítanak és a hasadékvizek is gyengébben táplálják a Kisalföld medencéjét, mint a nyugati talajvízáramlások. A nyugati hegyvidék csapadékvize közvetve északról, a Duna medréből és meder alatti kavicsaiból is áramlik a Kisalföld medencéjébe. Délről kisebb és lassúbb a vízáramlás.

Az a változatosság, amit a talajvíz mélységi elhelyezkedésében a Kisalföld peremén találunk, egyszeriben megszűnik, mihelyt leérünk a medence alluviális térszínére. Itt a talajvíz mindenütt magasan áll, néhány méterre a felszín alatt; ami különbség néhány méteres nagyságrendben adódik, azt

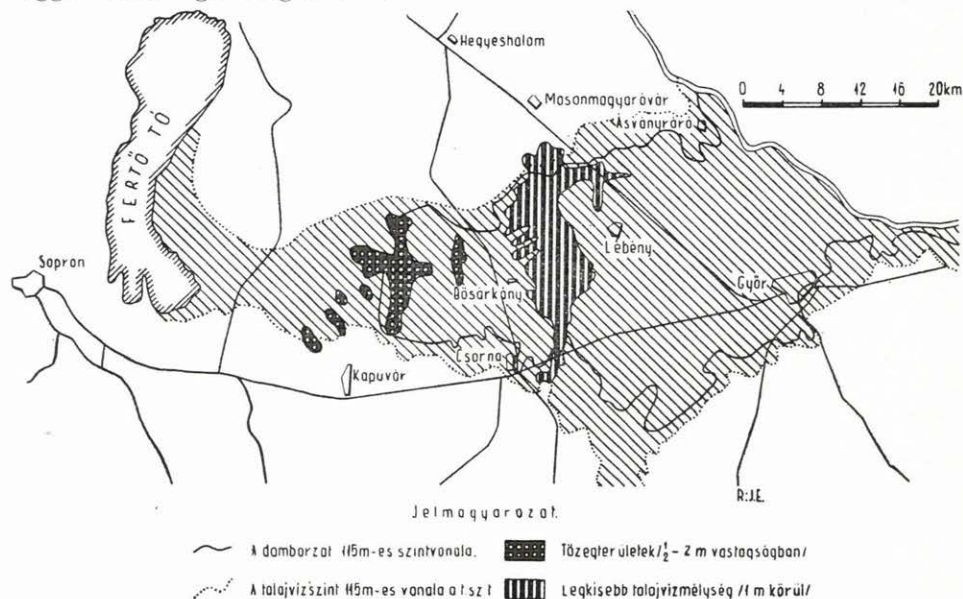
A TALAJVIZTÜKÖR TEREPAIATTI MÉLYSÉGE A KISALFÖLDÖN

1952. JÚLIUSI ÁLLAPOT



10. ábra

főleg a domborzat okozza. Az egész medence területén a talajvíz mélysége 2—3 m-re van a felszín alatt. Kis homokdombokon ez a mélység megnövekedhetik 6—8 m-re, viszont van egy nagyobb területsáv a Hanságon, egy a Fertő-tónál nem sokkal kisebb, É—D-i irányban elnyúlt folt, ahol a talajvíz 1—2 m-re megközelíti a felszínt nyár derekán is. A mosoni Duna mellől, Magyarkimle tájáról terjed D felé ez a területfolt 5—6 km szélességben Tárnokrét, Rábcaapi felé és tovább a Hanság-csatornán és a Ráb-cán keresztül Csornától K-re Borbács—Dőr községeknél a győr—soproni vasútvonal tájáig. E sekély talajvízöböl és a mosonszentjánosi magas kavicstábla pereme között helyezkedik el ugyancsak É—D-i elnyújtottsággal a hansági tőzegterület.

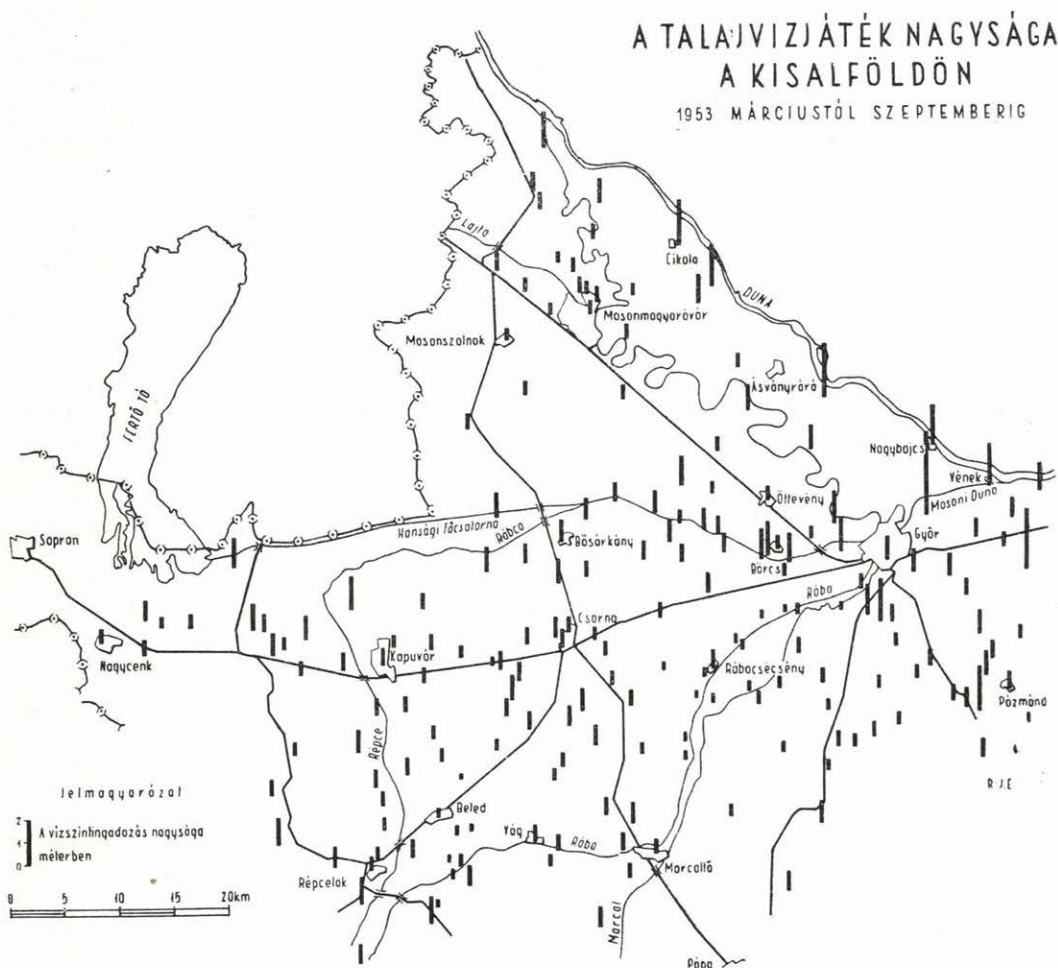


11. ábra. A tőzeges és sekély talajvízállású területek helyzete a Kisalföldön

A hansági sekélyvízű terület É—D-i irányban húzódik a parndorfi fennsík pereme előtt, nem pedig Ny—K-i irányban, a térszín lejtésének és a folyók, valamint a Hanság-csatorna haladásának megfelelő irányban. Valószínűnek látszik, hogy az északnyugati nagy kavicsmezőből eléggé erős lejtéssel nagymennyiségű talajvíz érkezik a Kisalföld medencéjébe, s ez a víz a kavicsot takaró finomabb, homokos, iszapos üledékben és tőzegben a felszín közelébe magasra emelkedik. Ezek az észak—déli elhelyezkedésű, mély, vizenyős zugok a Duna törmelékkúpjának kelet felé való előrehaladásával alakultak ki. Ilyen régebbi zug a Hanság tőzegterülete is. A felszínt borító finomabb üledékek vastagsága, továbbá a nagy ártérből kiemelkedő padlanok, gorondok teremtenek valamelyes változatosságot a talajvíz terep alatti mélységének képében.

A Kisalföldön hosszabb ideje rendszeresen figyelt talajvízkút nincsen s így nem tudtuk megítélni, hogy az 1952. évben végrehajtott egyszeri

mérések hogy viszonylanak a talajvíz átlagos, közepes állásához. Ezért 1953-ban több kútban ismételt mérést hajtottunk végre, illetve többszáz kutat tavasztól őszi naponta mértünk avégből, hogy a vízállás nagyságáról valamelyes fogalmat nyerjünk. Soprontól Esztergomig terjedő szélességben és a Dunától délre 30—60 km-es távolságig 250—300 talajvizet fel-



12. ábra

táró ásott kutat 1953. március elejétől szeptember végéig állandó figyelés alá vontunk. Ez a terület kb. 4800 km² és felöleli a Kisalföld déli medencéjének lapályosabb részeit, általában a tengerszint felett 150 m-nél nem magasabban fekvő vidéket. Ezekben a kutakban a talajvíz szintjét naponta reggelenként, használatbavétel előtt mérettük. A méréseket a kutak tulajdonosai vagy kezelői végezték, akiket az egységes mérésre betanítottunk és mérőeszközzel láttunk el. A mérések ellenőrzését, az adatok gyűjtését és kiértékelését a Földtani Intézet két geológusa, EGERVÁRI KATALIN és

FARKAS ERSZÉBET és a hozzájuk beosztott 6—8 szakmunkás végezte, akik legalább hetenként minden kutat meglátogattak és ellenőrző méréseket végeztek. A figyelt kutak kiválasztásánál figyelembe vettük a vízrajzi és domborzati viszonyokat, az 1951. és 1952-ben végrehajtott földtani térképezés eredményeit és az ugyanezen időben végzett kútmérések adatait. A kutak tengerszint feletti helyzetét térképről való leolvasással és kéziszingetzővel hozzávetőlegesen állapítottuk meg. A talajvíz-ingadozásról szerkesztett grafikonból néhányat a 12. ábrán közlünk.

A laza anyaggal feltöltött medencében a folyók vízjárása a talajvízjátekra a partoktól 4—5 km-re érzélti hatását, de miként a folyók vízszintjének ingadozása sem nagy ezen a tájon, ugyanúgy a talajvízjáteké is kicsiny. A Nagy-Duna a Szigetköz talajvízmozgására hat. Partján a kutak vize a folyóéval együtt időben is egyszerre ingadozik. A parttól 2—3 km-re távolodva a hatás még érzhető, időben sincs nagy eltolódás, de a 2—2,5 m-es partmenti színtingadozásból már csak fél méter körüli ingadozás észlelhető. A durva kavics-víztartókra jellemző, hogy laza szerkezetük miatt bő hozzáfolyásra vagy az utánpótlás nagymértékű csökkenésére vízszintjük kevésbé változik. A mosoni Duna különösen csendes vízjárású, mert vizét mestersegesen is szabályozzák a rajkai zsilippel. A talajvíz mozgására Lébény—Öttevény táján hat ki legmesszebb, hatása itt találkozik a Rábcáéval. A Hanság keleti medencéjében a Rába szabályozza a talajvíz ingadozását. Mivel itt a talajvíz gyakran iszapban vagy homokban áll, ingadozása nagyobb, mint a kavicsban; területi kihatása valamivel szűkebbkörű.

A Szigetköz talajvízviszonyait és a talajvízjárást a VITUKI 1951—54. között részletesen tanulmányozta. A vizsgálatok eredményeiről HONTI GYULA számolt be (46).

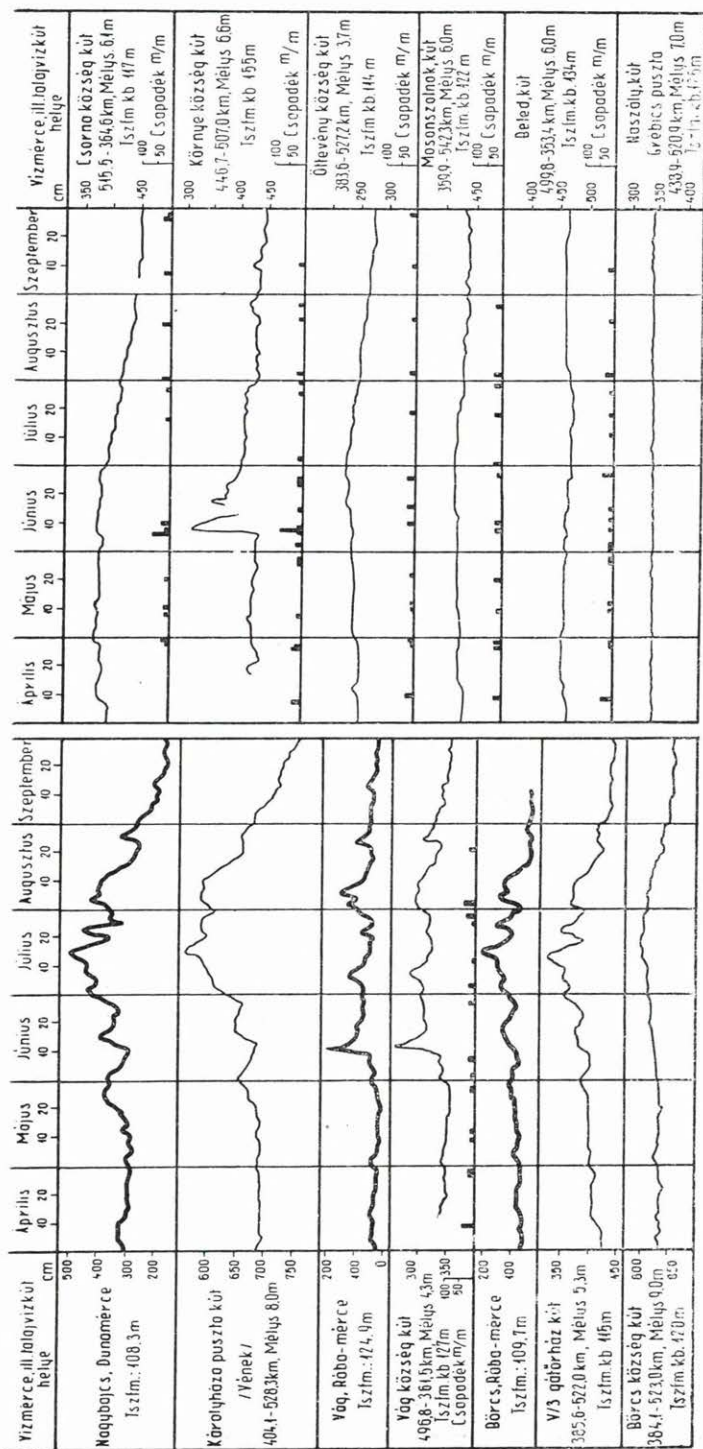
A Rába és a Répce keskeny területsáv talajvíz-ingadozását befolyásolja. Ahol teraszok között folynak, a folyóhatás csak a közbeszorított ártereken érvényesül, de az összeszorítottsággal nő az ingadozás mértéke.

A folyóktól távolabb fekvő *kavicsmezőkön és teraszokon a talajvíznek úgyszólván nincs függőleges ingadozása*. 1953. tavaszától őszig a napi mérések alatt az ingadozás sok kútban nem haladta meg az 5—10 cm-es értéket. Ilyen területek a Mosonszentjános körüli kavicsbát és a Rábaköz nyugati felének kavicsmezője.

A Hanság mély vidékére, főleg annak nyugati felén, a lassú, de elég számottevő évszakos ingadozás jellemző. A talajvíz szintjét sem a folyók vízállása, sem a csapadék nem zavarja észrevehetően. A télen magasra emelkedő talajvíztükör tavasszal süllyedésnek indul és őszre lassan, egyenletesen 0,5—1 métert süllyed.

A Kisalföld talajvizének 1953. évi ingadozását 250 naponta figyelt kútadata alapján EGERVÁRI KATALIN állította össze, rámutatva a folyók és a csapadék hatásaira és elkülönítve a Kisalföldön a különböző víztartó rétegeket. (EGERVÁRI KATALIN: Előzetes jelentés az 1953. évi kisalföldi talajvíz-ingadozásról. — Földt. Int. 1953. Kézirat.)

A mellékelt grafikonok csak néhány példát mutatnak be a figyelt kutak vízjárásgörbéiből. Az észlelések teljesebb anyaga a Földtani Intézet

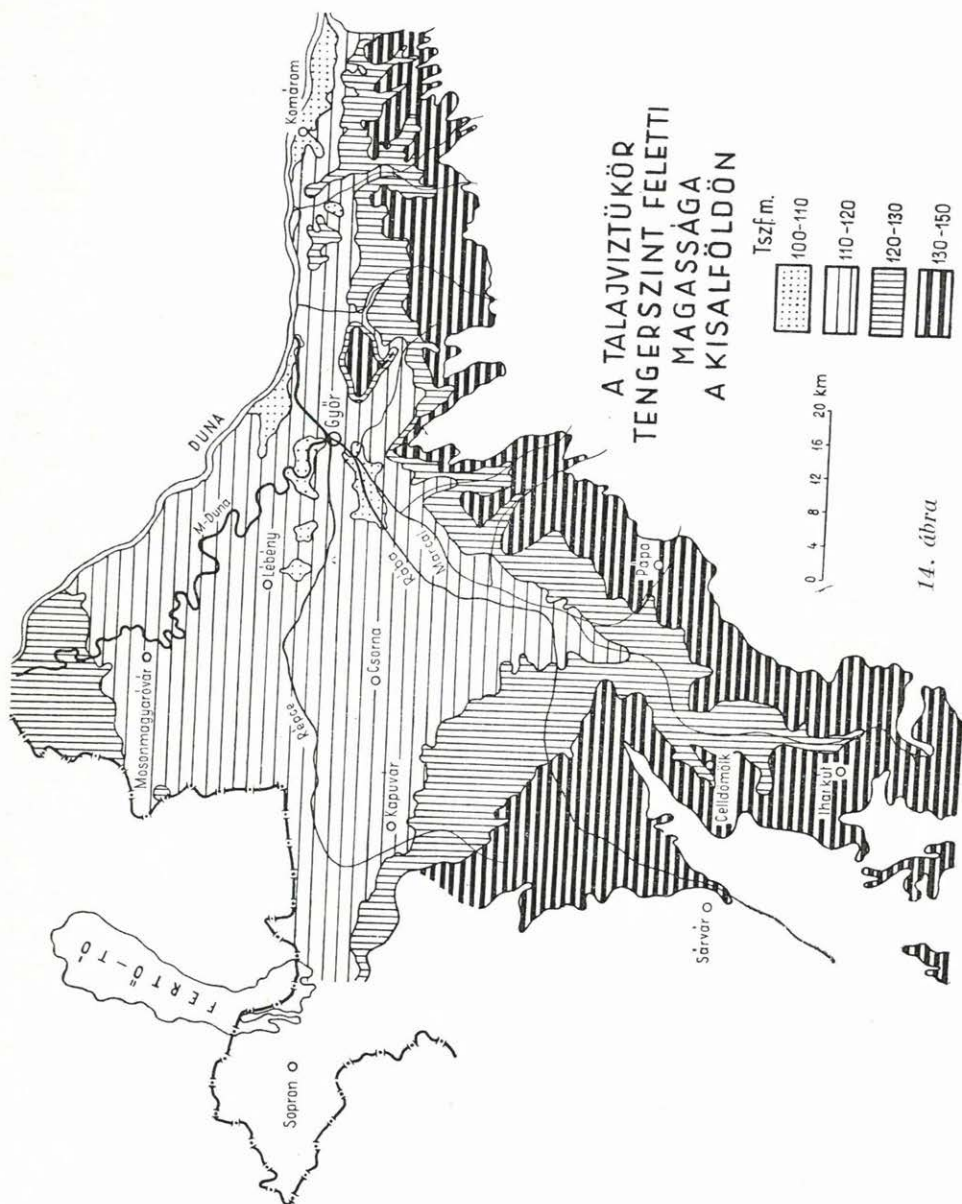


13. ábra. Talajvízjárás típusok a Kisalföldön, 1953. nyári megfigyelés

1953. Évi Jelentésében látott napvilágot (126/a). Az itt közölt ábrákon a folyók hatása alatt álló talajvízkutaknál a legközelebbi folyóvízi vízmerce görbáját is közöljük összehasonlításként ugyanazon időszakokra. A nagybajcsi bemutatott Duna-merce a Nagy-Dunán van a gönyői torkolathoz közel. A mosoni Duna és Nagy-Duna között levő károlyházi talajvízkút vízszintje hűen követi a folyó vízszintjének ingadozását. Hasonló a helyzet Vág községnél a Kisalföld déli szélén, ahol a talajvízkút víztükrének játéka teljesen megfelel a Kisalföldre lépő Rába folyó vízszintingadozásának. Északon a Rábca—Rába között Börcsnél is ugyanezt látjuk. A Börcs községi kút vízjátéka is egyezik a folyó vízjárásával, de már elsimítva, kiegyenlítve. A Kisalföld közepén, Csorna községben, a talajvízjárás már nem tükrözi a folyók hatását. A vízszint nagyon lassan mozog lefelé tavasztól ősziig, ugrás nincs a menetben. A környei kút, a hegylábak előtt és a kis völgyekben csapadékhatalmasra hirtelen mozgó talajvíz példája. Öttevény, Mosonszolnok, Beled kútjai a kavicsstakarók folyóktól nem zavart, igen gyenge vízjárását szemléltetik. Még kirívóbb példa a teraszok kavicsaiban nyugodtan «álló» vízre a Naszály község melletti Grébicspuszta kútja. Vízszintje tavasztól ősziig úgyszólván meg sem mozdult. Ez a nyugalom azonban csak a függőleges ingadozás tekintetében áll fenn, vízszintes irányban a teraszok talajvíze áramlásban van.

A talajvíztükrök tengerszint feletti helyzetének térképe azt mutatja, hogy a Fertő-tótól Győrig egy nagy gyűjtőmedence terül el. É—D-i irányban Árpás és Hédervár között szélesedik ki legjobban ez a mélyedés, itt van a süllyedék tengelye. Ettől az átlótól nyugati és keleti irányban a medence egyaránt szűkül. 1952. nyár közepén a talajvíz 110 m-es t. sz. f. szintje Vének—Nagybajcs környékéről, a Duna mellől benyúlt a Rába mentén Rábapatonáig, a hansági főcsatorna mentén Lébény—Fehértó vonaláig. Ez a magasság Győrnél megegyezik a Rába és mosoni Duna közepes vízszintjével és alig 1 m-rel magasabb a Duna gönyői közepes szintjénél. A 110 m-es vízszintvonal nyugati része elér addig a nagy területfoltig, amely a terepszint alatti talajvízmélység térképén a felszínhez 2 m-nél közelebb eső vízszintet jelöli. Itt Tárnokrét és Győrsövényháza között a talajvíz szintje 1952. nyarán 1—2 m-re állt a terepszint alatt és a győri közepes Duna-szinttel egy magasságban volt; ugyanakkor e területtől északra, Dunaremeténél a Duna közepes szintje 117 m a tenger szintje felett. A Dunán és főleg a mosoni Dunán végzett vízépítési munkálatok valószínűleg kihatnak eddig a pontig, a mezőgazdálkodást szorosan érintően.

ÉNy-on a Duna mentén és a parndorfi tábláról a talajvíz szintje menedékesen és egyenletesen lejt a Hanság—Győr mélyvonal felé, km-enként 40 cm-es átlagos eséssel. Az esés valamivel erősebb a Duna mentén és menedékes a Hanság felé, Hegyeshalom—Bősárkány irányában. Ez a menedékes vízlejtő a felszíntől igen különböző távolságban van. A Lajta és mosoni Duna között 4—5 m mélyen volt 1952. nyarán, Hegyeshalom—Levél—Mosonszolnoktól nyugatra 6—10 m mélyen, onnan befelé a Hanság felé újra 3 m, majd 2 m volt a viszonylagos mélység. Erősebben esik a víz-

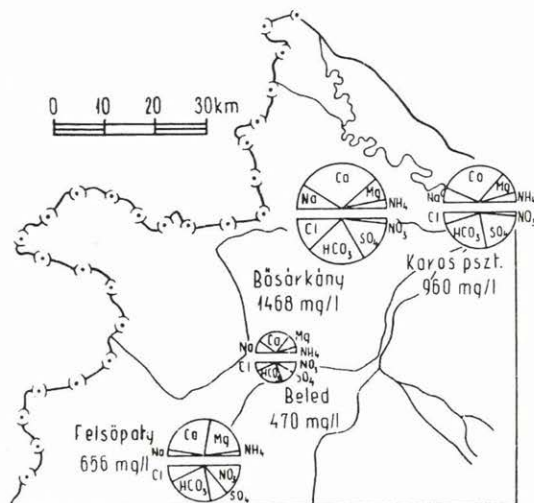


tükör felszíne délről északra a Répce—Rába közén. Mihályi—Csorna vonalán km-enként 60—70 cm az esés, onnan befelé azonban a Hanság mélyvonaláig felére csökken.

Egészen meredek a talajvízszint lejtése a pannóniai domboldalakon, Sopron—Fertőszentmiklós vonalán és a Bakony lejtőin. Itt a magasabb vízszintek forrásszintekben ki is ékelődnek. Győrtől keletre elég bonyo-

lult a vízszint domborzata. Mély öblök nyúlnak be a dombok közé és nagyobb szigetszerű területeket vesznek körül, ahol a talajvíz abszolút szintje a környezetenél magasabban áll. Ilyen Táplány és Sashegypusztá dombja, Győr—Győrszentiván és Pér között; ilyen tovább a banai dombsor.

A Kisalföld lapályos részén 2100 km²-en 1952-ben 26 387 ásványos talajvízkutat számoltak meg és térképezték. Ezekből 24 084 volt a községek és városok belterületén, 2303 külterületen. További 502 fúrt és 99 artézi kutat is térképezték ugyanezen a területen. A települések zártságát mutatja, hogy a belterületi kutak száma több mint tízsze-



15. ábra. Jellemző talajvíztípusok a Kisalföldön (A körök területe arányos a vízben oldott anyag súlyával, a körökek az egyes ionok egyenértékszázalékával.)

resen meghaladja a külterületiekét, míg a Nagyalföldön ez az arány másfél-szeres-kétszeres. A külterületi kutak képviselik mégis a terület túlnyomó részét. Ezek részletes statisztikai feldolgozást nyertek. A külterületi kutak átlagos mélysége 4 m. A vízszint ezen a lapályos területen átlagosan 3 m, a kutakban nyáron átlag 1 m vízoszlop áll.

Olyasféle talajvízhiányt vagy vízszegénységet, mint amilyen az Alföldön van, a Kisalföldön nem találunk. A talajvíz szintje mindenütt könnyen elérhető, a kutak vízutánpótlása gyors, ingadozásuk kicsiny, nem apadnak ki. A víz minősége jó. Egyedül a Hanság és néhány kisebb folt szenved a túlközei és tőzeges talajvíztől.

A Kisalföld kavicsmezőit kevés ásványanyag tartalmú, lágy víz jellemzi. A szilárd maradék néhány száz mg/l, csak kivételesen éri el az 1000—2000 mg/l értéket. Típusa a kalcium-hidrokarbonátos vizek közé sorolandók. A CaHCO_3 azonban nem képvisel magasan kiugró értéket, mellette MgSO_4 és NaCl -ionok is jelentős, közel egyforma egyenértékszázalékkal szerepelnek. Az ammónium úgyszólván mindenütt teljesen hiányzik, és kevés helyen találtunk nitrátszennyezést. Kevéssé ásványos, kiegyenlített oldatok ezek s rokonságuk a Duna és az alpesi folyók vizével nyilvánvaló. Néhány példa, a szilárd maradék nagysága szerint rendezve, az 1. táblázat-

ban található. A táblázatokban az oldott anyagok ionjainak mg/l súlyát adjuk meg, a Földtani Intézet Évi Jelentéseiben közreadott térképek a Than-féle egyenértékszázalékot tüntetik fel (123, 125, 126/a).

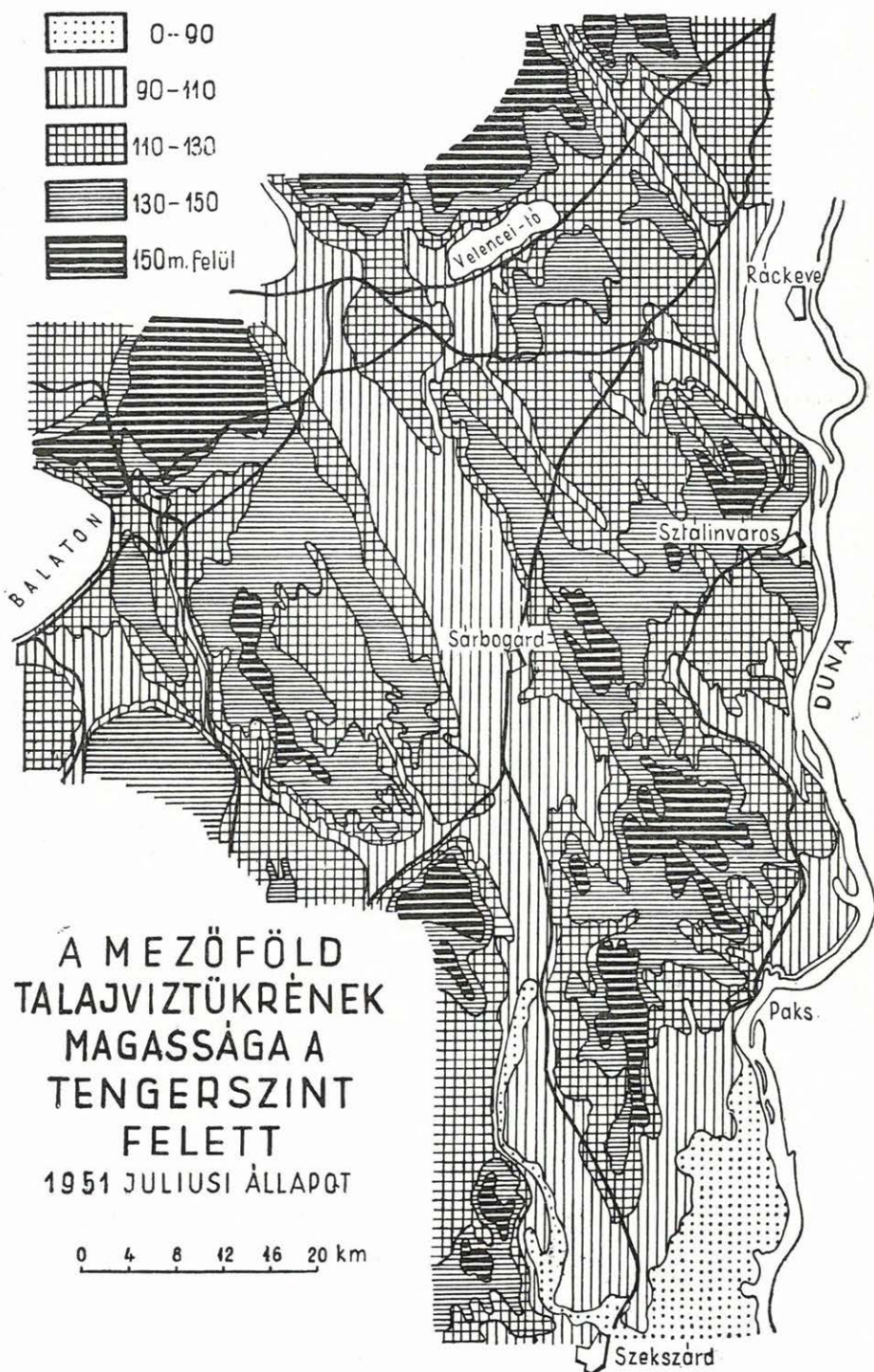
1. táblázat

Község	Na	Ca	Mg	NH ₄	Cl	HCO ₃	SO ₄	NO ₃	Szil. mar.	Össz. kem.	Lú- gos- ság
	mg/liter										
Szany	15	29	8	1	12	100	40	ny	166	5,8	1,6
Vönöck	13	44	4	1	4	130	38	5	194	7,0	2,1
Ásványráró	17	63	12	ny	9	243	30	6	254	11,6	4,0
Ács	13	61	39	ny	6	328	40	27	362	17,6	5,4
Rábasömjén	17	17	15	—	8	256	26	51	374	14,2	4,2
Szend	17	78	29	ny	7	325	31	54	382	17,6	5,3
Kemenesmagasi	18	85	13	—	11	256	40	48	392	14,9	4,2
Hansági tanyák	13	92	26	ny	9	384	35	—	394	18,7	6,3
Magyaróvár, Bezenyei út ..	28	83	30	2	14	370	67	ny	416	18,4	6,1
Bársonyos	28	91	23	ny	10	342	31	68	440	17,9	5,6
Somlóvásárhely	35	99	37	ny	15	505	ny	48	466	22,3	8,3
Répcelak	64	94	24	—	32	333	74	96	630	18,7	5,5
Boba	9	124	21	ny	57	171	32	204	648	22,3	2,8
Győrszabadhegy	37	75	55	ny	32	327	101	92	670	23,1	5,4
Bábolnapusza	5	60	88	ny	16	432	29	139	708	28,5	7,1
Sárvár	54	116	31	ny	36	348	100	116	710	23,3	5,7
Csorna	25	46	12	—	14	101	59	67	800	9,2	1,7
Hansági tanyák	30	156	40	—	6	311	341	ny	808	31,0	5,1
Hegyeshalom	60	139	32	ny	47	382	120	14	820	26,7	6,3
Kemeneshőgyész	54	132	56	ny	8	451	244	51	850	31,3	7,4
Pápa, Barát major	122	138	77	ny	122	626	158	97	1186	37,1	10,3
Öttevény	156	220	26	ny	102	565	255	153	1342	36,7	9,3
Sióagárd	101	148	121	ny	141	793	135	120	1424	48,5	13,0
Bana	174	95	138	ny	283	665	225	6	1486	45,0	10,9
Mosonmagyaróvár	38	248	89	ny	43	388	596	84	1524	54,5	6,4
Nagyigmánd, Jeges-pusza ..	40	72	51	6,5	16	384	102	65	2792	21,9	6,3

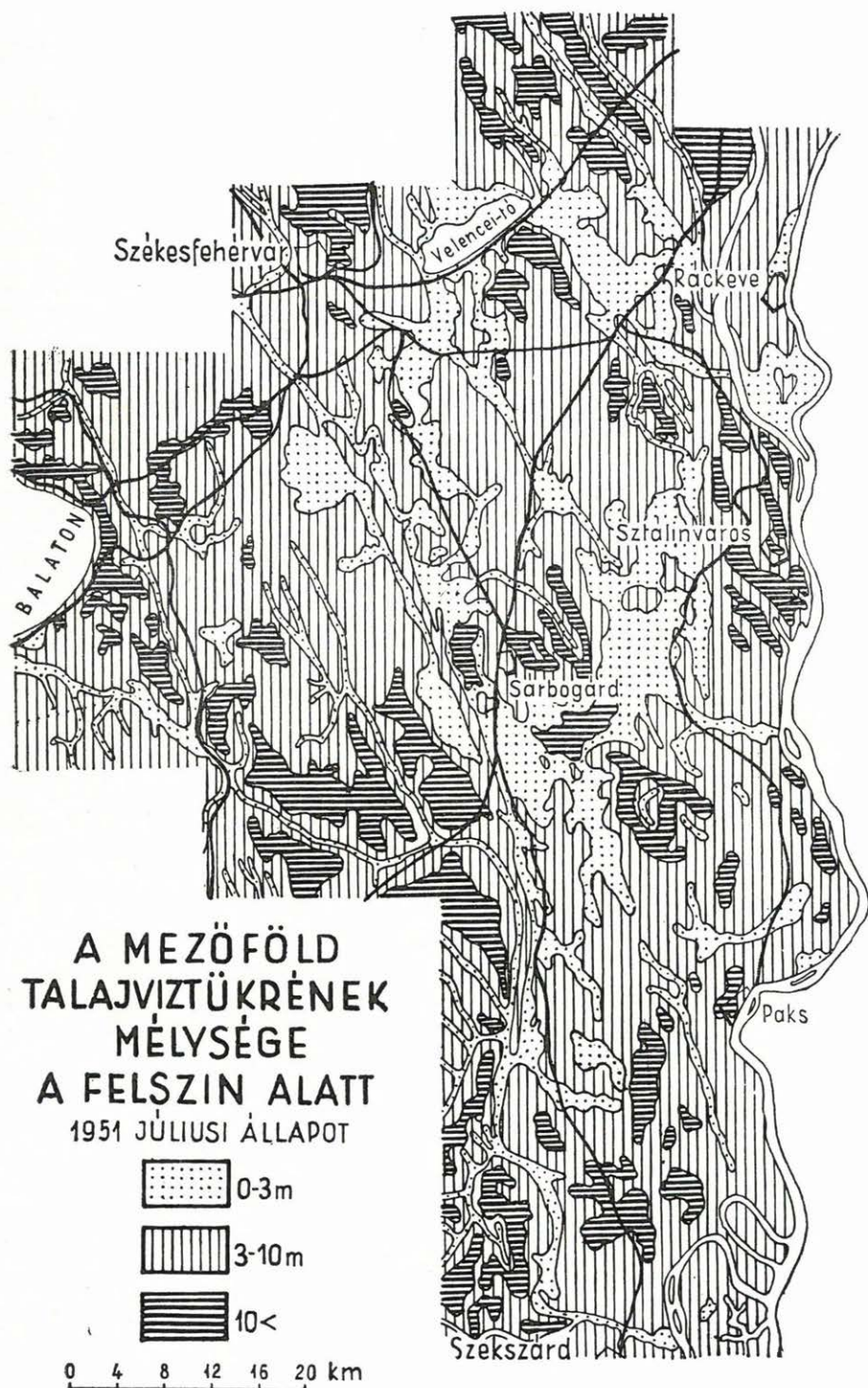
2. Mezőföld

A Balaton és Velencei-tó irányában fiatal sülyyedéksor vonul végig a Dunántúl közepétől a Duna felé és a Csepelsziget északi csúcsának tart. Ezt a vonalat a Balaton és a Velencei-tó között ÉNy—DK-i irányban haladó széles törésvonal keresztezi, amelyen a Sárvíz völgyét kiépítette. Az így kialakult Mezőföld felszíne eléggé egyengetett, alföldies jellegű. A felszín alatti vizek elrendeződésében is a fiatal üledékgyűjtő medencék sajátosságait fedezhetjük fel, mégsem hasonlítható vízviszonyaiban sem az Alföldhöz, sem a Kisalföldhöz.

Északi határát a Bakony—Vértes vonulata és azok folytatásában a Budai-hegyvidék adja. E hegyek lábaira boruló pannóniai rétegek a Mezőföld alatt mélyebbre vetődtek, de nem olyan mélyre, mint a Kisalföld vagy Alföld alatt. A déli határt ezeknek a pannóniai rétegeknek magasabban maradt vonulata képezi. A Dél-Dunántúlról húzódik ez a magas pannóniai hát a Kapos folyó irányából és a Kapos nagy kanyarulatától



16. ábra



17. ábra

Dunaföldvárnak tart. Ott át is lépi a Dunát és a Meleghegyben, a solti Tételhalomban végződik. A magas pannóniai vonulatot a pleisztocén elején működött folyók, a mai Sárvíz ősei, északnyugat—délkeleti törésvonalak mentén átvágták és völgyeiket kavicsal, homokkal vastagon feltöltötték. Ezekbe a feltöltött völgyekbe mélyítette bele völgyszikát a mai Sárvíz és Sió. Ez a völgy keskeny, elegyengetett folyosó. Nem központja vagy tengelye a Mezőföldnek. Vele párhuzamosan más feltöltött völgyek futnak kisebb jelentőségű vízfolyásokkal és kevésbé kimélyítve. Inkább lehetne tengely a Balaton és Velencei-tó vonalában haladó elmélyedés, de ezt a törésvonalak és az előbb említett harántvölgyek darabolják szét.

A pannóniai terepet s rajta a pleisztocén elején épült völgyeket, medreket, partokat a pleisztocén végén betemette a lösz. Ez a finom takaró, amelynek vastagsága 40—60 m-t is elért, elegyengette a felszínt. A holocénban ez a térszín is pusztulásnak indult. A Sárvíz kiépítette mai völgyét. Partfalai a lösz alatt vastag folyami homokfalakat tárnak fel. Ez a völgy lett a Mezőföld nagyobb részének erózióbázisa, lecsapolója és nem a Duna. A Duna jobbpartján 40—60 m magas falban, majdnem épen áll a lösz. Csak kicsiny vízfolyások löszszurdokai csipkéz ki e falat. A Sárvíz völgye felé a lösz kivékonyodik, a völgyek tágasabbak, a táj formái szelídebbek lesznek. A Sárvíz völgyén túl nyugatra ismét magas löszfedte dombok következnek éles peremmel.

A vastag lösztakaróban a víz nem áll meg. A csapadékvíz eloszlik a finom pórusokban és el is párolog onnan. Alulról sem nyomul fel a löszbe víz. Vízet vagy a pleisztocén homokban lehet keresni, vagy a pannóniai rétegekben, illetve a keskeny folyóvölgyek alluviumában. A községek és kutak ezért lehúzódnak a völgyekbe. A magas lösztetőkön alig lehet kutat találni, s ezért a kutak térképezése alapján e vidék talajvíz-térképét meg-szerkeszteni csak nagy vonalakban lehet.

A Balaton—Velencei-tó vonalában húzódó elmélyedés fiatal laza üledékei vízben elég gazdagok. Táplálást kapnak északról a hegyvidék felől. A talajvíz szintje elég nagy és összefüggő területen a felszín közelében van. Magas talajvízállást találunk a Sárvízzel párhuzamosan haladó pleisztocén homokból álló völgykitöltésben is. Ezek felszíne a Sárvíz és Duna között elég magas és mégis a magas felszíneken a terepszint közelében van a víz. A lösszel fedett dombokban viszont 30—40 méterre kell vízért ásunk. A sztálinvárosi építkezéseknél a 60 m vastag löszrétegben csak gyenge vízszivárgásokat találtak, kinyerhető vizet nem.

A DNy—ÉK irányú süllyedésen és a pleisztocén folyami homokkal feltöltött völgyeken kívül csak a Sárvíz alluviális völgyében és néhány mellékvölgy keskeny alluviumában találunk a felszínhez közel talajvizet. *Egyébként a Mezőföld 5—6 m átlagos mélységben elhelyezkedő talajvíze — mihelyt a löszdombokra rálépünk — 10—15 méter mélységben található csak meg, a dombtetőkön pedig még mélyebben.* Ezek a löszdombok a Sárvíz és a Duna között szigetszerűen maradtak meg. A domborzati szigetek között a lepusztulás saktáblaszerűen merev vonalú, szűk völgyeket

épített ki. E völgyek és magános tetők jellemzik a déli Mezőföld hidrológiai képét. A rendelkezésre álló, egyenetlenül eloszló adatokból a mellékelt két vázlaton bemutatott képet kapjuk a mezőföldi talajvízszint felszín alatti mélységéről és tengerszint feletti helyzetéről. A déli Mezőföldön a sekélytalajvízű, magasan fekvő területek szembetűnőek. Az északi részen a párhuzamos pászták és az ezekhez igazodó talajvízmélység adja meg a terület hidrogeológiai jellegét.

A talajvíz szintjének ingadozásáról e vidéken keveset tudunk. Hoszszabb ideje figyelt talajvízkút nincs e környéken. Saját figyelt kúthálózatunkat csak 1953 nyarán tudtuk a területre kiterjeszteni, de utána röviddel a szervezést és észlelést abba kellett hagynunk. A VITUKI 1951-ben épített ki talajvízkutakat a Dunántúl keleti részén. Ezekből és a MÁV kutak 1929. évi talajvízingadozási adataiból az szűrhető le, hogy a dombvidékek mély kútjaiban néhány decimétertől 1—2 m-t ér el a függőleges ingadozás amplitúdója, a dombperemeken néhol 3 m-t; a Sárvíz—Sió alluviumán 2—3 m; egyes helyeken azonban az alluvium szélén eléri az 5 m-es értéket; a folyók közelében, a dunai torkolat közelében 3—4 m-es ingadozás tapasztalható. A Dunára futó kis keskeny völgyekben még nagyobb ingadozás van. Így Martonvásár mellett a Vértespatak völgyében 7 m-es az ingadozás.

A Sárvíz völgyében homokban, kavicsban, iszapban áll a talajvíz, a lösszel fedett dombokon a lösz alatti homokos iszapban, finom homokban.

A mezőföldi talajvíz vegyi jellegét a következő fejezetben a többi dunántúli területtel együtt tárgyaljuk.

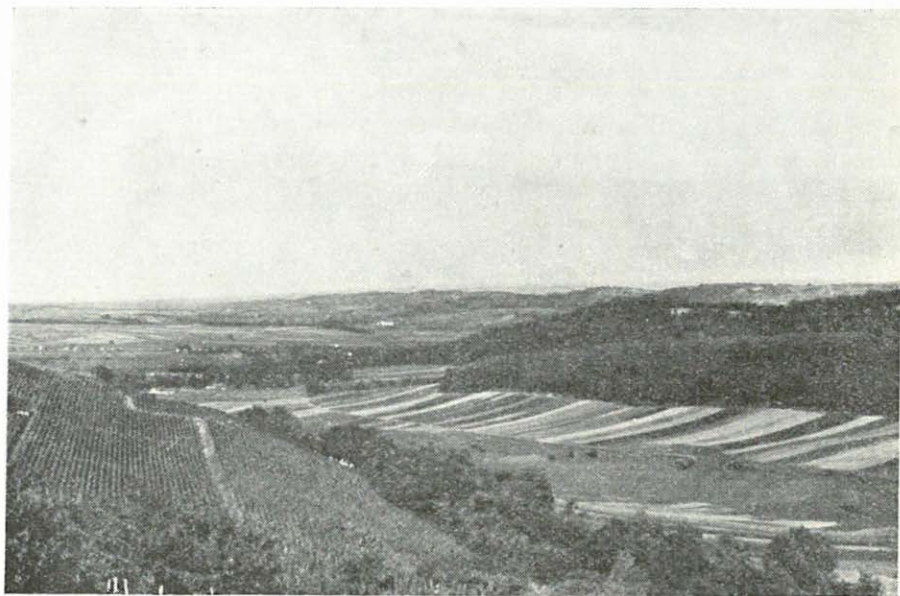
3. A Dunántúl többi része

A Kisalföldön kívül Dunántúlunkon nincsen olyan nagyobb medence vagy síkság, ahol a felszínközeli elhelyezkedő talajvízszint kutakkal nyomonkövethető volna. A Mezőföldről is kimutattuk, hogy talajvízviszonyai nem hasonlíthatók a medencékéhez. A Dráva síkja keskeny, egyenetlen völgy, a települési viszonyok folytán a külterületi kutak száma itt is kevés és 1951 és 1952-ben mérésük is sok nehézségbe ütközött.

A Dunántúl többi része vagy hegyvidék, vagy vastag lösztakaróval fedett és keskeny, szakadékos völgyekkel felszabdalt dombvidék. A löszdombok tetején alig van kút, tehát észlelőhely. A levantei és pannóniai üledékekből épült dombok oldalán és lábai előtt többféle vízszint ékelődik ki forrásokban, néha forrássorokban. Nyomonkövetésük, egyeztetésük csak sűrű fúrásokkal volna elvégezhető. Ezek a vízszintek nem ábrázolhatók folytatólágosan az alluviumok talajvízszínével együtt. A domb- és hegyvidékeken meg kell elégedni a helyenkinti tájékoztatással. A talajvíz szempontjából számajóhető völgyekben rendszerint sok a község. Ezek kútadatait mind összegyűjtötték és térképezték; helyenként tehát elegendő adat áll rendelkezésre egy-egy kisebb terület talajvízviszonyainak képéről.

Jobban kifejlődött folyóhálózatot Nyugat-Dunántúlon találunk; itt

széles völgyek, jól elkülönülő teraszok kísérik a folyókat. Ezeknek kavics-tábláiban a talajvíz egyenletes szintet foglal el a teraszok magasságának megfelelő mélységközökben. A völgyeket egymástól elválasztó meredek, keskeny gerincekben talajvizet csak a domblábakon találunk különböző szintekben s legtöbbször nem kutak tárják fel, hanem a meredek oldalakon és hegylábakon kibukkanó források.



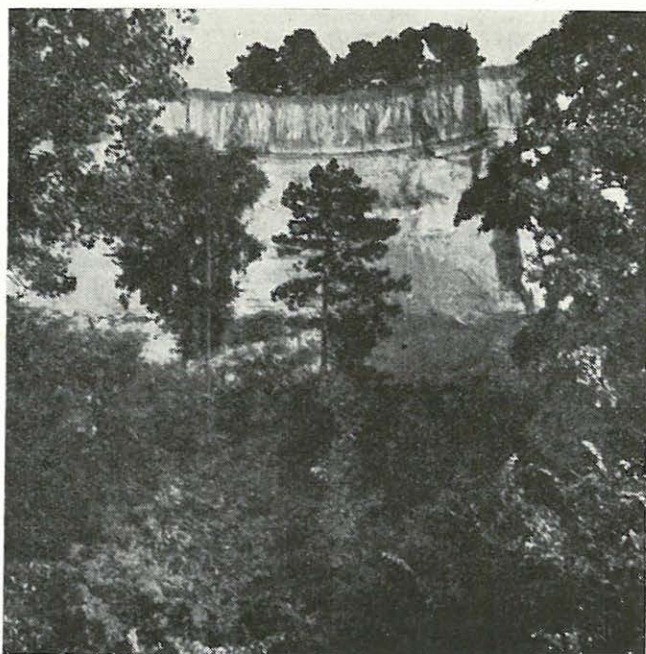
1. kép. A dunántúli dombvidéken a völgysíkok és dombok talajvízszintje nem folytatódólagos, összefüggő. A dombok talajvíze a lejtőkön forrásokban felszínre juthat (a képen az erdőöv alsó határán), mélységvonalai nem köthetők össze a völgyek talajvízszintjének vonalaival. A művelési ágak a talajvíz mélységéhez igazodnak.

Kilátás a henyei hegyről a Zala völgyére és az alibánfai mellékvölgyre.
(Rónai A. felvétele.)

A somogyi tájakat nagy löszhátak és keskeny völgyek jellemzik. A talajvizet csak a völgyek keskeny szalagján lehet végigkísérni. A községek is ide települtek, a dombtetőkön kutak nincsenek.

Talajvíz azért van a dombokban is. Nívója a völgyek bevágódásával állandóan lejjebb száll. A meredek bevágások több helyen feltárják a régi talajvízszinteket. Magas homok, agyagos homok feltárások falán néha a homokos lösz, löszös homok takarórétegek alatt egy vagy több olyan réteget találunk, amely a talajvízzel való átjártság képét mutatja. A talajvízszint rendszeres ingadozása e finomszemcsésű anyagokat átalakítja; színüket megváltoztatja, mésztartalmukat kilúgozza, finom szemcsékkel telíti őket és agyagos, tömött rétegeket hoz létre. Alattuk konkréciós szint alakul ki. A sárga és barna agyag és agyagos homok rétegeket a talajvíz kékes, szürkés, zöldes színű, repedezett iszapos rétegekké alakítja át. E rétegek vastagsága 20–50 cm. Ezeket a talajvízmozgás által átalakított

Község	Na	Ca	Mg	NH ₄	Cl	HCO ₃	SO ₄	NO ₃	Szil. mar.	Össz. kem.	Lú- gos- ság
	mg/liter										
Sárbogárd ¹	24	75	19	1	26	366	ny	21	392	14,8	6,0
Balatonaliga	9	75	33	ny	3	360	ny	62	400	18,1	5,9
Velence	—	39	56	ny	12	463	ny	23	400	18,2	7,6
Ozora	101	34	19	—	9	451	13	10	420	9,1	7,4
Felsőnyék	40	56	67	—	10	543	16	34	522	23,4	8,9
Enying	14	35	81	ny	14	403	25	84	548	23,4	6,6
Perkátá	49	37	75	—	4	494	65	41	554	22,4	8,1
Székesfehérvár											
Rádió állomás	77	41	55	—	29	470	36	72	566	18,3	7,7
Kálóz	69	28	84	ny	16	537	52	68	612	23,1	8,8
Aba ²	72	98	38	—	45	537	76	14	652	22,4	8,8
Dég	82	32	95	ny	46	580	8	126	766	26,3	9,5
Cece	53	50	115	—	25	759	62	21	768	33,5	12,4
Mezőszilas	34	70	100	ny	18	586	40	124	804	32,9	9,6
Dinnyés	246	44	52	—	98	653	173	24	1012	18,0	10,7
Sárosd	134	47	125	ny	108	671	173	62	1058	35,4	11,0
Bicske	59	129	158	ny	41	506	511	102	1460	54,3	8,3
Etyek ³	48	74	124	—	92	769	113	319	1634	38,7	12,6
Kálóz, Etelka-pusztá	250	266	475	1	552	683	472	1599	5200	146,4	11,2

¹ Kálium 32 mg/liter² Kálium 15 mg/liter³ Kálium 306 mg/liter

2. kép. A talajvízszint-ingadozás következtében átalakult réteg a balatonföldvári magaspart löszrétege alatt. (Rónai A. felvétele.)

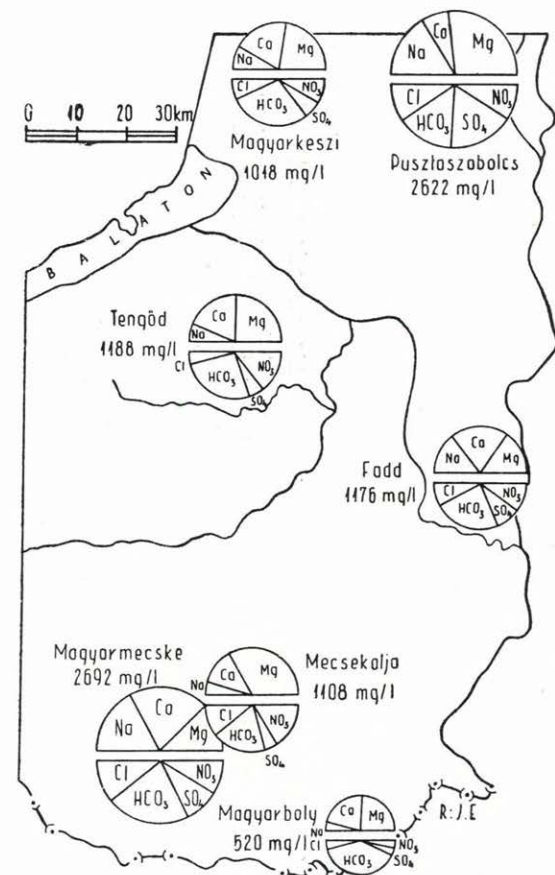
rétegeket ma a mélyen bevágott völgyek falaiban a völgytalp felett 8—10—15 m magasan, kiszáradva találjuk meg. Néha ismétlődnek, különböző időszakok talajvízszintjeit mutatván.

A Balaton medencéjét mindenütt keskeny partszegély veszi körül,

egyedül a délnyugati részen kapcsolódnak a tó partjához nagyobb kiterjedésű síksági részek: a Kisbalaton és Nagyberek környéke. A talajvíz ez utóbbi helyeken a felszín közelében áll s általában rossz ivóvizet ad, mert a berkek al-talaja tőzeges.

Az egész Dunántúlon (a Kisalfölddel együtt) 1951. és 1952. években összesen 375 000 kutat térképeztek; 330 000-et községekben és városokban, 45 000-et külterületeken. Egy km²-re 11 kút esik, külterületi kút pedig csak 1,3. (Az Alföldön a külterületi kutak száma négyzetkilométerenként ötször ennyi.)

A talajvíz szintjének ingadozásáról is keveset tudunk a Dunántúlon. A VITUKI csak a legutóbbi években épített kutakat a talajvíz figyélésére. Ez a hálózat elég szépen terebélyesedik, de ismerve a Dunántúl változatos domborzatát, igen sok kút kell ahhoz, hogy a talajvízjátekról vidékenként megbízható és a törvényszerűségek kimuta-



18. ábra. Jellemző talajvíztípusok a Dunántúl K-i részén (A körök területe arányos a vízben oldott anyag súlyával, a körökeké az egyes ionok egyenértékszázalékával.)

tására elegendő adat álljon rendelkezésünkre.

A talajvizek vegyi jellegéről a begyűjtött talajvízminták elemzése tájékoztat.

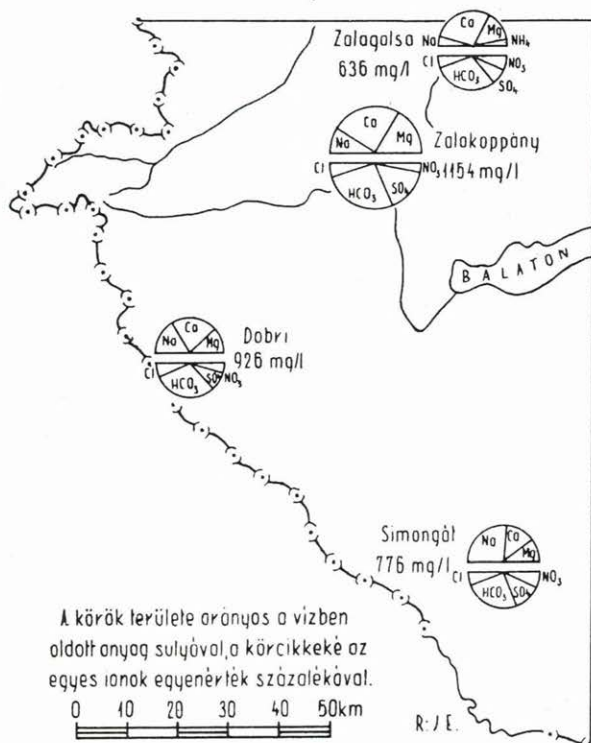
A Dunántúl K-i szélén a Mezőföld kemény talajvizei magnézium-gazdagságukkal tűnnek ki. A *Mg* mellett a *Ca* legtöbbször csak fél, illetve negyedrésnyi egyenértékszázalékkal szerepel. A *Na* több helyen eléri vagy megközelíti az előbbieket arányát. Az anionok oldalán majdnem mindenütt a hidrokarbonát vezet, de jelentős a szulfátok egyenérték aránya, amely egyes helyeken kiugró értéket képvisel. Feltűnő a nitrátok

jelentős arányának nagy elterjedtsége. A magnéziumsulfátban gazdag víz keletkezését a vastag lösztakaróval magyarázzuk. Itt a magnéziumion és szulfátionok egyenértékszázaléka nagy és az oldatok viszonylag tömények. Az alluviumokon csapadékkal és felszíni vizekkel hígítottan találjuk ugyanezt a víztípust. *Több kútban elég nagy a kálium aránya, amely más területeken alig számottevő, vagy semmi.* A Mezőföldön több kútban ér el néhány mg-os értéket literenként és egyesekben 10 mg-os súlyt is meghalad. Az etyeki kútban 306 mg/l súllyal a kationok között kiugró magas egyenértékszázalékot képvisel. Néhány példát a 2. táblázat mutat be a szilárd maradék nagyságrendjében.

A Dunántúl Ny-i szélén a talajvíz alig tartalmaz oldott sókat. A szilárd maradék néhány száz mg körül mozog literenként. Ezek gyengén kalciumhidrokarbonátos vizek, egyes helyeken kevés nátriumkloriddal és magnéziumsulfáttal. A Dunántúl közepén, a Középhegység körül, ugyancsak kalciumhidrokarbonátos és magnéziumszulfátos víz az uralkodó; a nátriumion csak helyenként nyomul előtérbe s ugyanígy a klorid ionjai is.

A déldunántúli löszvidéken a magnéziumsulfátos és magnéziumhidrokarbonátos víz elterjedt, de nem ritka a nátriumkloridos víz sem. A magnéziumsulfátos víz összefüggését a lösztakaróval már említettem, a sós víz származhat mélyebb rétegekből, vagy felszíni eredetű is lehet. A Mecsek körül kalciumhidrokarbonátos víz van, de tőle DNy-ra a Dráva síkján már sok az oldott Mg-ion és helyenként a Na- és Cl-ion is. Néhány elemzés eredményét a 3. táblázat mutatja.

A szövegben található térképek a dunántúli tájak talajvizének típusosnak mondható vegyi összetételéről közölnek egy-egy példát. A talajvízelemzések részletes térképeit 200 000-es méretben a Földtani Intézet 1951, 1952, 1953. és 1954. Évi Jelentései közzétették (123—126/a).



19. ábra. Jellemző talajvíztípusok a Dunántúl Ny-i részén

Község	Na	Ca	Mg	NH ₄	Cl	HCO ₃	SO ₄	NO ₃	Szil. mar.	Össz. kem.	Lúgos-ság
	mg/liter										
Zalahaláp	23	61	15	ny	17	217	30	38	322	11,9	3,6
Sümeg	23	65	22	—	5	317	26	10	334	14,2	5,2
Pacsa	13	84	15	—	7	311	9	33	342	15,2	5,1
Tapolca	6	121	13	1	3	425	17	1	394	19,8	6,7
Lovászi	19	102	23	1	13	432	18	1	420	19,6	7,1
Siklós	32	81	41	ny	17	455	ny	51	424	20,6	4,5
Tamási	17	60	48	ny	6	409	10	48	430	19,3	6,7
Óriszentpéter	39	58	16	—	99	127	26	31	444	11,8	2,1
Keszthely várvölgy	22	105	33	ny	6	498	14	16	444	22,1	8,2
Köröshegy	6	108	32	ny	3	464	13	31	450	22,4	7,6
Som	24	65	62	—	9	549	ny	18	492	23,3	9,0
Dombóvár	14	72	58	ny	7	482	30	21	498	23,5	7,9
Zalabér	15	116	20	ny	19	353	23	82	516	20,9	5,8
Villány	47	92	45	—	22	519	17	55	524	23,3	8,5
Vaszar	22	86	47	—	14	369	91	48	524	22,8	6,0
Devecser	20	125	17	ny	8	317	116	41	526	21,5	5,2
Balatonszentgyörgy	31	100	50	1	24	464	66	53	532	25,4	5,6
Nagyberény ¹	13	35	69	ny	11	561	18	31	608	20,8	9,2
Zalaegerszeg	20	87	59	—	49	398	18	108	632	25,6	6,2
Csopak	22	71	127	ny	30	598	155	55	868	39,3	9,8
Bálványos	15	142	46	ny	42	415	36	167	876	30,6	6,8
Zalaszentiván	48	17	36	ny	54	512	108	87	922	32,1	8,4
Komárom	41	191	32	—	69	360	122	224	936	39,2	5,9
Balatonszabadi	180	89	38	—	45	494	255	68	962	21,1	8,1
Pécs, Mecsekalja	37	63	125	—	92	329	29	337	1108	37,5	5,4
Balatonzamárdi ²	60	120	112	—	110	458	134	355	1412	42,5	7,5
Ajka	1	326	83	ny	125	260	505	300	1996	64,7	4,6
Hévíz, közkút	197	149	70	—	153	492	151	389	1590	37,1	8,1

¹ Kálium 86 mg/liter² Kálium 51 mg/liter

4. A Duna—Tisza köze

Alföldünknek szerkezet és domborzat tekintetében legváltozatosabb része a két nagy folyó köze. Egyáltalán nem «síkság». A nagy Duna-ártér szikes legelőin ugyan «tengersík» vidéket láthatunk magunk körül, ahogyan azt Petőfi leírta. Dunavecse és Kiskörös között, a gyermek-költő járta helyeken, valóban végeláthatatlanul nyújtózkodnak az akasztói—fűlőpszállási hatalmas sziklaposok. De a két folyó közének jóval nagyobb részén a felszín változatos; a hátsági részek 50—60 m-rel magasabbak a két folyó völgy síkjánál, északon és délen a 70—100 métert is eléri a magaslatok a Duna szintje felett. A viszonylagos magasságkülönbségek is elég jelentősek. Tatárszentgyörgy—Kerekegyháza—Orgovány—Soltvadkert—Ágasegyháza—Illancs vonalán hatalmas karéjban vad futóhomokdombok húzódnak igen erős mikrorelieffel.

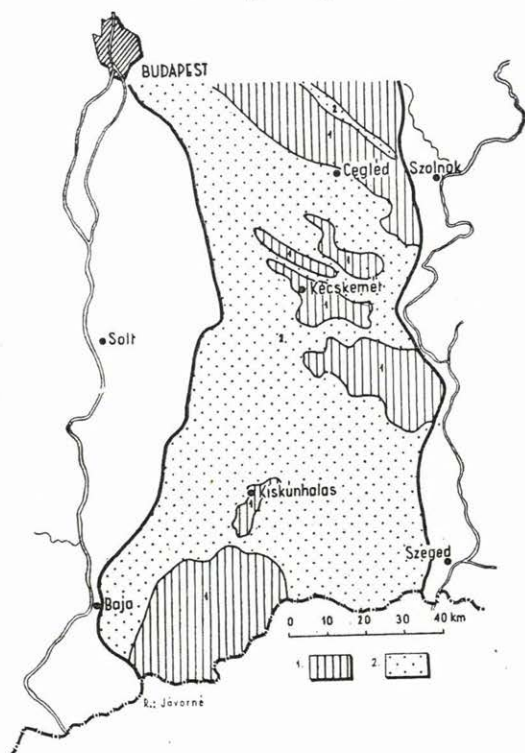
Domborzat és földtani felépítés szempontjából is a Duna—Tisza között három részre szoktuk osztani: 1. a Duna jelenkori nagy völgy síkja, amely szélességében változó; Fűlőpszállás—Kecel között eléri a 20—25 km-t, Bajánál azonban teljesen összeszűkül; 2. a Tisza völgy síkja; ez keskenyebb

és néhol hiányzik is, mert a Hátság a partokig terjeszkedik és a Tiszavölgy a folyó baloldalára szorul; 3. a Hátság, amely északon a monor—irszai pannóniai dombokra támaszkodik. Itt 200 m-t meghaladó abszolút magasságú és széles; dél felé keskenyedik és alacsonyodik, Orgovány és Kiskúnfélegyháza között 40 km-nél nem szélesebb és magassága nem éri el a 120 m-t a tszf., tovább délre újra kiszélesedik és emelkedik; a Sükösd melletti részek már 170 m tszf. magasságúak.

A holocén árterek között a Hátság pleisztocén térszín. Löss, löszös homok és futóhomok borítja. A pleisztocénvégi lösztakaró délen a legépebb. Ez a bácskai lösztábla, amely határunkon túl folytatódik, vastagodik és szélesedik, elfoglalja majdnem teljesen a két nagy folyó között. A Hátság többi részén a lösz csak foltokban van meg. A foltok ÉNy—DK-i irányban elnyújtottak. Ezek a löszfoltok nem vastagok, mindössze néhány méteresek, nem hasonlíthatók a dunántúli, vagy akár a Duna—Tisza köze déli részét (jugoszláv terület) betérítő lösztakaróhoz.

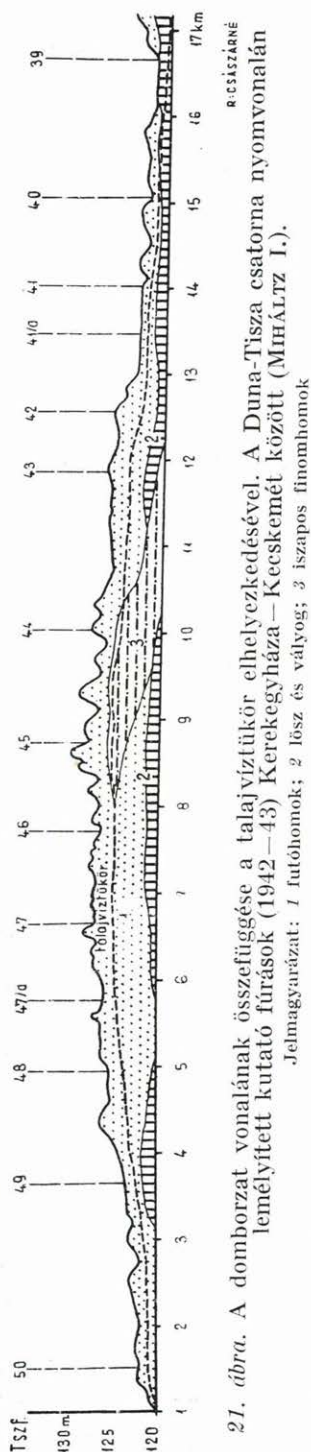
A löszpászták között futóhomok halmozódott fel. A futóhomokdombok általános csapásiránya is ÉNy—DK-i. Laza, igazi futóhomok már csak elszigetelten található, nagy területeken a természetes növénytakaró megkötötte a homokot, az újabb évszázadokban pedig az emberi tevékenység is elősegítette ezt a folyamatot. A természetes kötött homokot nemcsak humuszszódás, hanem mészsanyag is köti. A Duna—Tisza közi homok erősen meszes. Többfelé sok benne a löszanyag is és a löszös homok, homokos lösz, löszhomok, lösziszap számtalan változatát találjuk itt. A lösz- és homokféleségeken kívül a folyóártereken folyami homok és kavics (csak a Dunamentén és északon), öntésiszap, öntéshomok, szikes lösz, réti agyag és a Hátságon mésziszapos, mészköves vályúk és tőzeges mélyedések tartják a felszínt.

A Duna—Tisza köze gerincét SÜMEGHY J. felfogása szerint a Duna nagy pleisztocén törmelékkúpja alkotja (151). A mai Tisza—Körös mélyedés felé haladó Ósduna rakta le számtalan ágbán homokját és a mai nagy



20. ábra. A Duna—Tisza közti hátság felszínének földtani vázlata.

Jelmagyarázat: 1 hátsági pleisztocén lösz; 2 hátsági pleisztocén futóhomok



21. ábra. A domborzat vonalának összefüggése a talajvíztükör elhelyezkedésével. A Duna-Tisza csatorna nyomvonalán lemélyített kutató fúrások (1942–43) Kerekegyháza – Kecskemét között (MIHÁLTZ I.).

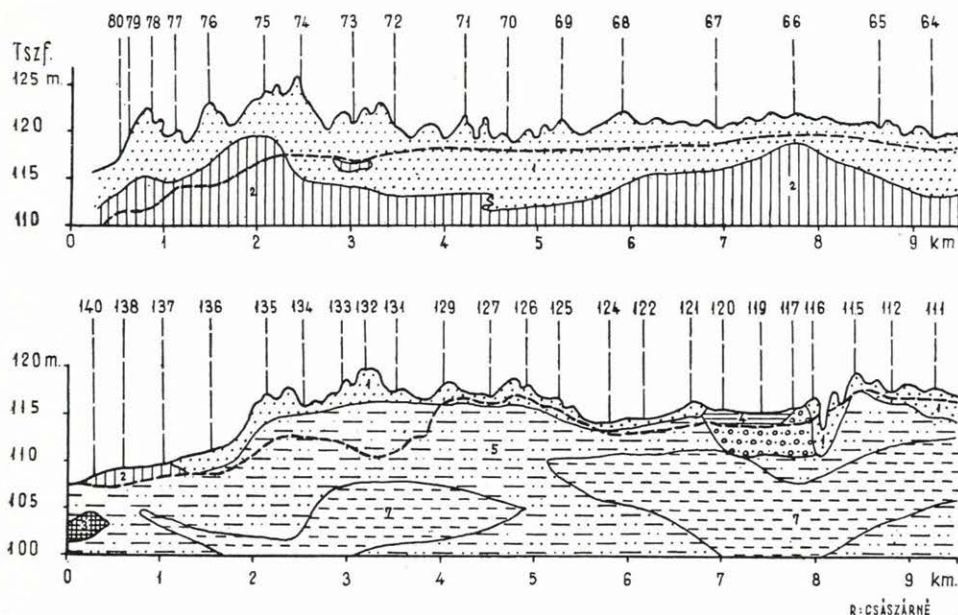
Jelmagyarázat: 1 futóhomok; 2 lösz és vályog; 3 iszapos finomhomok

vonulatok iránya a régi folyásirányoknak felel meg. A löszanyag is a Dunahomokból szitálódott ki és települt mind nagyobb vastagságban a terület déli felére. MIHÁLTZ I. vizsgálatai más eredményre vezettek (98). A Duna–Tisza közti Hátságon mélyített 10 és 30 m-es fúrásai mindenütt csak futóhomokot találtak, folyami homokot nem. A Tisza völgy síkján, a folyó jobbpartján, a közettani vizsgálatok csak tiszai származású homokot mutattak ki, dunai eredetűt nem. Eszerint a Duna a pleisztocénban sem folyt át a Hátságon, homokját csak a szelek fújták rá a térszínre. Ha a megvizsgált minták elég nagy területet fognak át és elegendő sűrűségben különböző mélységből kerültek ki, ez utóbbi felfogás sokban módosítja eddigi ismereteinket e terület rész földtani kialakulásáról. Bizonyos, hogy a Duna–Tisza közti Hátságon a futóhomok- vagy löszfelzínek alatt általában finomszemű anyagokat, iszapot, homokos iszapot, iszapos homokot találunk, durvaszemű mederhomokot nem. De ezek mindenképpen már egy elhaló folyótevékenység üledékeinek tekintendők. Mélyebben nagyobb medrek homokját és kavicsát is megtalálták a fúrások.

A Duna közepes szintje 100 m tszf. magasságról 84 m-re esik a hozzánk tartozó Duna–Tisza közti szakaszon; a Tiszáé 81 méterről 76 méterre. A két folyó között a Hátság elég magasra kiemelkedik (170–200 m magasra). Talajvíze általában mindenütt a felszín közelében van, vagyis követi a domborzat vonalát. Csak északon a monorirai pannóniai dombokon és délen a baja–sükösd–császártöltési magasparton találjuk 10–15 m-nél mélyebben a felszín alatt. Másutt a talajvíz a domborzat vonalával párhuzamosan magasra felhatol a tenger szintje fölé és a hátsági részeket általában 4–6 m mélyen, a magasabb részeket körülvevő egyengetett területeken 2–3 m mélyen áll a terep alatt. Ennél mélyebben (6–8 m-re) csak kisebb foltokon, vonulatokban találjuk a talajvizet, de ezek a foltok helyzetüknél fogva igen fontosak.

A domborzat vonalának és a talajvíztükörnek egymást követő futására legjobb példákat a Hátság tetején találunk. A futóhomokban magasra áll a

víz és követi a felszín vonalát. Ennek legegyszerűbb magyarázata az volna, ha feltételeznénk, hogy a felülről beszivárgó csapadékvíz a homokban iszapcsíkok, mint félig-meddig zárórétegek tartanak fenn. De a valóság az, hogy a futóhomokban a felszínhez közel nem találunk, vagy semmiesetre sem összefüggően olyan vízrekesztő iszapcsíkokat, amelyek ennek a víztükörnek összefüggő és a felszínnel együtt hajló vonalát megmagyaráznák. Elfogadhatóbb magyarázatnak látszik, hogy a talajvíz a felszín alatti



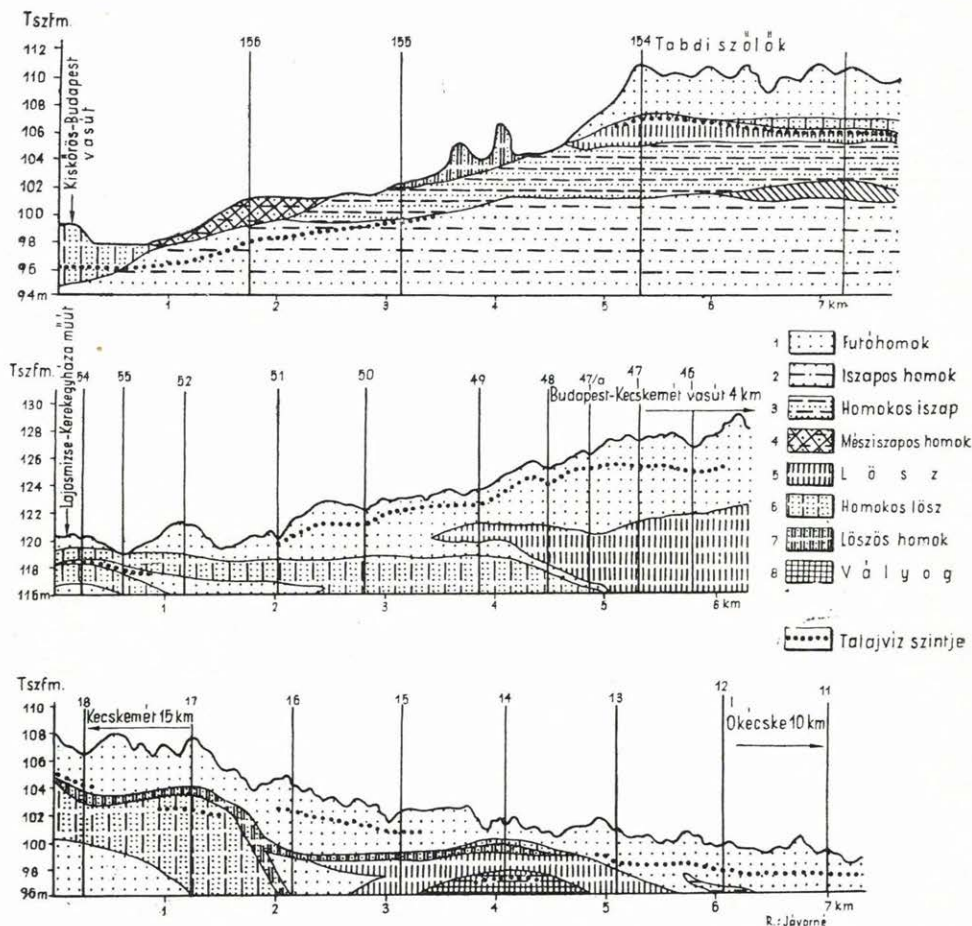
22. ábra. Felső szelvény: Duna—Tisza-csatorna kutató fúrásai (1942.) Tatár-szentgyörgy táján (MIHÁLTZ I. szelvénye alapján, egyszerűsítve). Alsó szelvény: 1950. évi térképező fúrások Kispáhi—Orgovány között (SÜMEGHY J. szerint.) Jelmagyarázat: 1 futóhomok; 2 lész, vályog, vályogos homok; 3 tőzeg, kotu; 4 mészszip; 5 iszapos finomhomok; 6 kavicsos homok; 7 iszap. A szaggatott vonal a talajvíz szintjét jelzi.

víztartó közegben a ráülepedő rétegek vastagságával és sűrűségével arányos mértékben nyomás alatt áll és ahol a felszíni közeg ezt megengedi, ez elől a nyomás elől felfelé tér ki addig, amíg a külső légköri nyomással egyensúlyba nem jut. Ezt látszik igazolni az a tény is, hogy a magas Hátság szélein vastag homokfelszín alatt a talajvíz nem áll a felszín közelében, hanem mélyen, mert itt a talajvíz az alluviumok laposai felé kiutat talál és nem kényszerül felfelé emelkedni.

A Hátság nyugati peremének mélyebb talajvízszintjében más körülmény is szerepet játszhat. Itt vékony homoktakaróval fedve, vagy takaratlanul a lösztábla maradványai is kibukkannak, és ezek alatt másutt is általában mélyebben áll a talajvíztükör.

Ha most a talajvízszint mélységi elhelyezkedését ábrázoló térképet nézzük és egyeztetni próbáljuk a földtani térkép nagy vonalaival, megtaláljuk az ÉNy—DK-i vonulatokat a monor—irsa hátság mentén, azonkívül

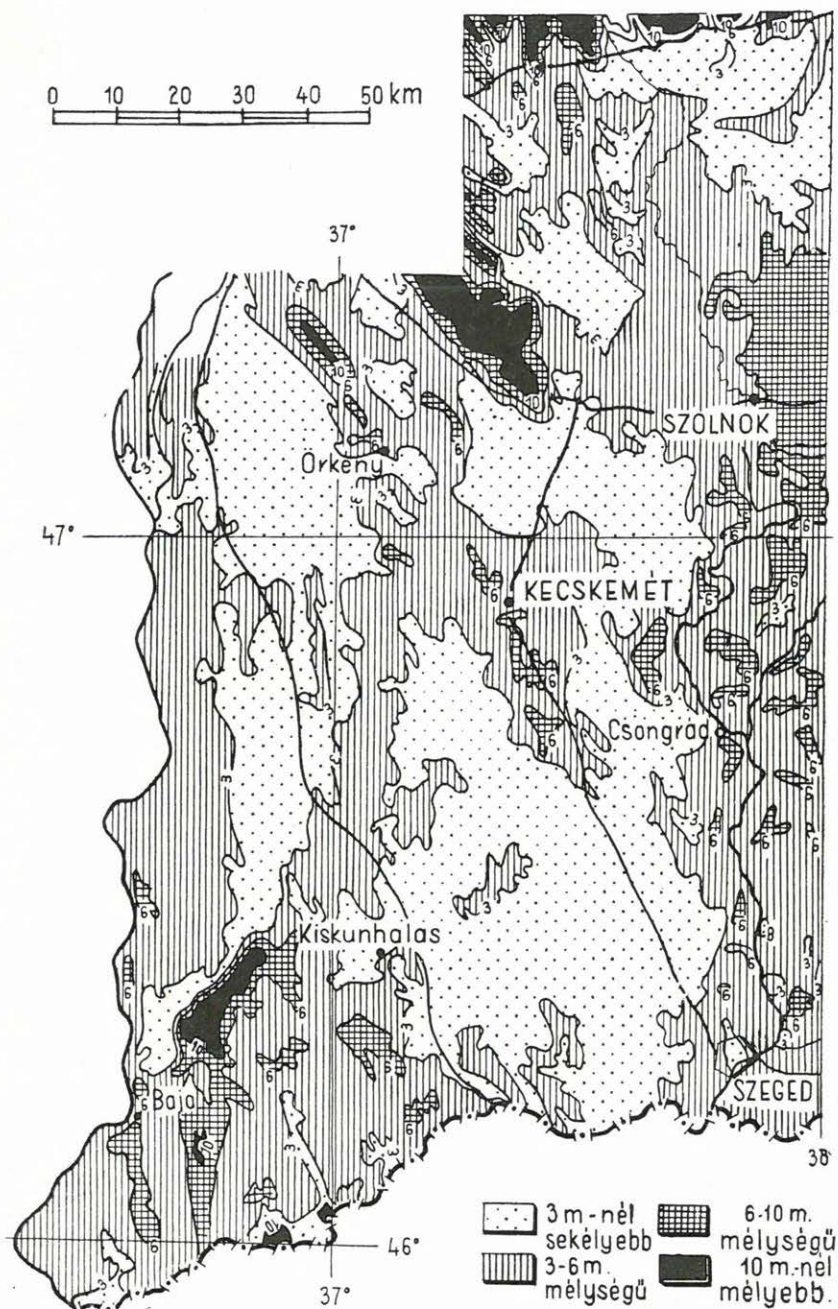
Örkény—Lajosmizse—Kecskemét—Kiskúfélegyháza vonaltól ÉK-re—DNY-ra elrendeződő szigeteken. De megtaláljuk a keresztben haladó DNY—ÉK-i vonulatok nyomait is, a baja—keceli magaspart mély talajvizében és Bácsbokod—Jánoshalma—Kiskúnhalas irányában. Ez a vonal



23. ábra. A talajvíz helyzete a Duna—Tisza között különböző képződményekben (Felül: Sümeghy J. 1950. évi szelvénye, 125×-ös túlmagasítás; középen: Miháltz I. Duna—Tisza-csatorna 1942. évi szelvénye, 125×-ös túlmagasítás; lent: Miháltz I. Duna—Tisza-csatorna 1942. évi szelvénye, 125×-ös túlmagasítás.)

határozottan a Tisza—Körös torkolat felé irányul, azok felé a mély talajvíz-szintű síksági területek felé, amelyekről a Tiszántúl ismertetésénél részletesen szólni fogunk és amelyekben ott szerkezeti vonalat véltünk felismerni.

A felszín alatt mélyen elhelyezkedő talajvíztükör területeit fent nagyjából körülírtuk. Ezek közül legjelentősebb mélységű a monor—irsai dombok vízszintje. Itt alföldperemi viszonyokat találunk: 20—40 m mély kutakat 18—20 m-es, a tetőkön 40 m-ig mélyülő vízszintekkel. 20 m-t elérő vízszintmélységeket találunk délen is Császártöltés—Sükösd táján a mere-



24. ábra. Vázlat a talajvíztükör mélységéről a felszín alatt a Duna—Tisza között.
1950—54. évi mérések

dek hátságperem dombjain. A felsorolt többi mélyvonulat összefüggő terjedelemre is kisebb és a talajvízszint mélysége sem ennyire kiugró. Örkénytől északra 8—10 m, a bácskai lösztáblán, Jánoshalma, Bácsalmás, Madaras táján szintén 8—10 m. Nagyobb és jelentős mély folt a Kecskeméttől DNy-ra húzódó területsáv; itt és kissé északabbra Kerekegyháza táján is 7—8 m, legfeljebb 10 m a vízszintmélység a kutakban, ami természetesen nem a homokdombok tetejére vonatkozik, ahol kút nincs. Sokkal mélyebbre azonban nem süllyed itt sem, amint azt a 10 és 30 méteres fúrások igazolják.

Néhány kisebb foltban a Duna és Tisza partja mellett is találunk mély talajvízfoltokat, legtöbbször a kimagasló dűnehomok-dombokban (lásd Dunavecsénél vagy a Pakssal szembeni parton). Feltűnő azonban a talajvíz mélysége (10—15 m) elég nagy területen a Körös—Tisza-zuggal szemben. Itt már nem csupán domborzati viszonyok játszanak szerepet ugyanúgy, ahogy a tiszántúli folytatásnál sem és ahogy északon a Jászság területén sem. Újszász, Jászládány és a Tisza közötti területen 8—9 m mély talajvízszint jelentkezik teljesen lapos térszínen nagy kiterjedésben.

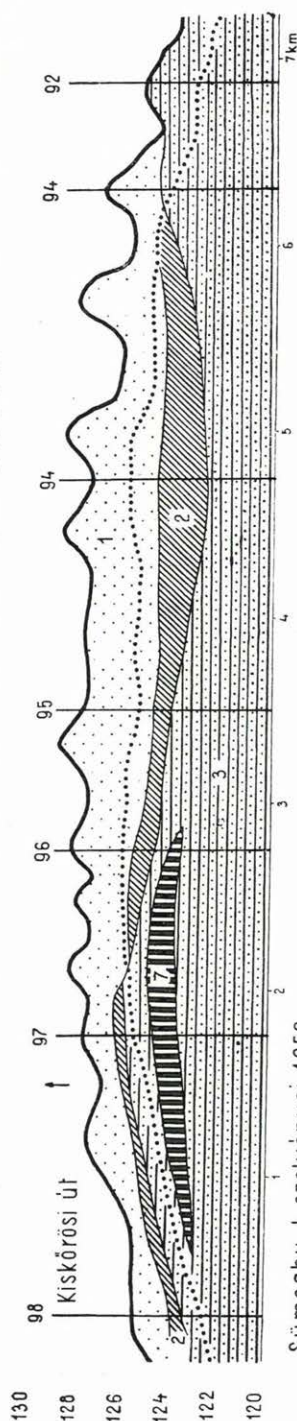
Jelenlegi magyarázatunk — főleg tiszántúli vizsgálatok alapján — erre a domborzatilag nem indokolt alföldi mély talajvízállásra az, hogy itt *felszín alatti talajvízváltakozók, idősebb agyagrétegek vannak a felszínhez közel. Ezekhez támaszkodnak a vízzel telt fiatal és lazább üledékek.* A térszint ez utóbbi üledékek lerakódása elegyengette s így ma a terület sík.

A legsekélyebb talajvízállást az ÉNy—DK-i löszvonulatok közötti homokvápákban találjuk. Időnként igen magas a talajvízállás a Duna völgyében is, különösen annak középrészén, Fülöpszállás—Dunapataj—Kiskőrös—Kecel között, az ártér mélyületében. Régebbi Dunameder húzódik itt, amelyet sűrű rétegzésű finomabb és durvább üledékek takartak be s ezekben több emeletben vannak keskeny víztartó rétegek, a vízrekesztő rétegekben pedig repedéshálózatok, amelyekben a víz szintje függőleges irányban erősen ingadozik. A felszín nagyrészt elszikesedett. A sziket az év jelentékeny részében víz borítja. Ez a felszíni víz nem jelenti azt, hogy a talajvíz is fent a felszín közelében áll. A talajvíz szintje a finom hajszálrepedésekben télen és tavasszal ugyan megközelíti a felszínt, nyáron azonban több méter mélységre visszahúzódik.

A monor—irszai dombok és a Jászság mély talajvízű foltjai közötti mélyedésben találunk még északról délre haladva sekély talajvizet. A Zagyva és Tápíó folyik ebben a vágóban végig. A sekély talajvízterületek övezete a monor—irszai és örkény—kecskeméti mélyvonulat közé is benyúlik, és Ceglédnél délre kivezet egészen a Tiszáig. Még nagyobb kiterjedésű sekély talajvízű öblöt találunk a kecskeméti mélyvonulat és a Tisza partja között. Lenyúlik ez Kiskúnfélegyháza és Csongrád között Kistelek vidékéig. Ezekben a vágókban a víz állandóan a felszín közelében van s nincs olyan nagy ingadozása, mint a Dunavölgyben, vagy a Hátság finomszemű üledékeiben.

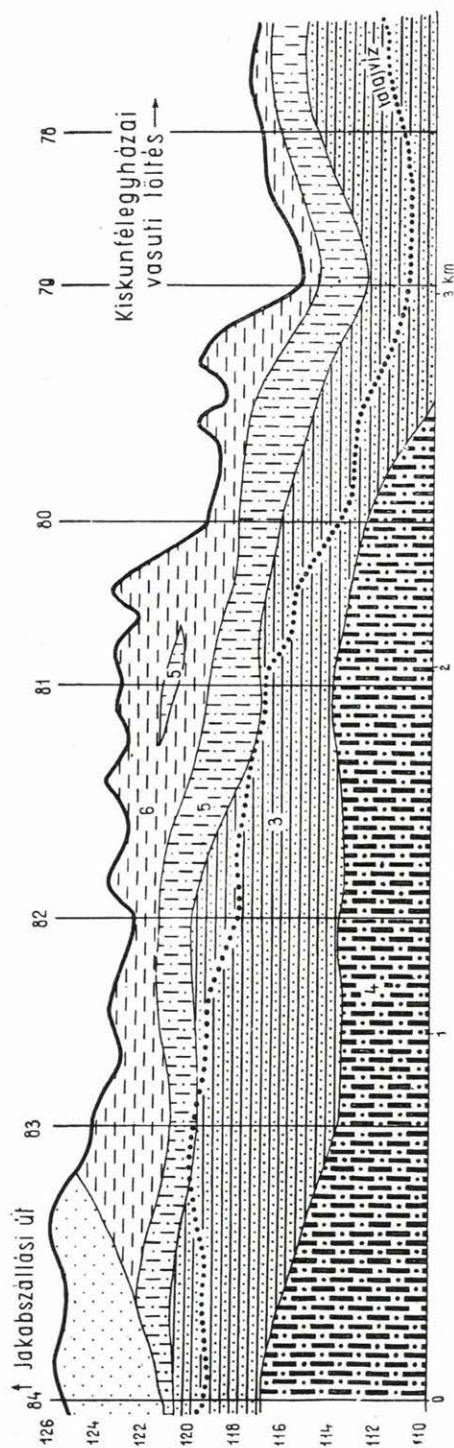
Végül az örkény—kecskeméti mélyvonulat és a Hátság nyugati pereme között is a sekély (1—2 m) talajvízmélységű foltok majdnem összefüggő láncolatát találjuk Izsák—Páhi—Bócsa—Tázlár vidékén. A Kiskún-

MAGAS TALAJVIZ HOMOKHÁTSAĞON



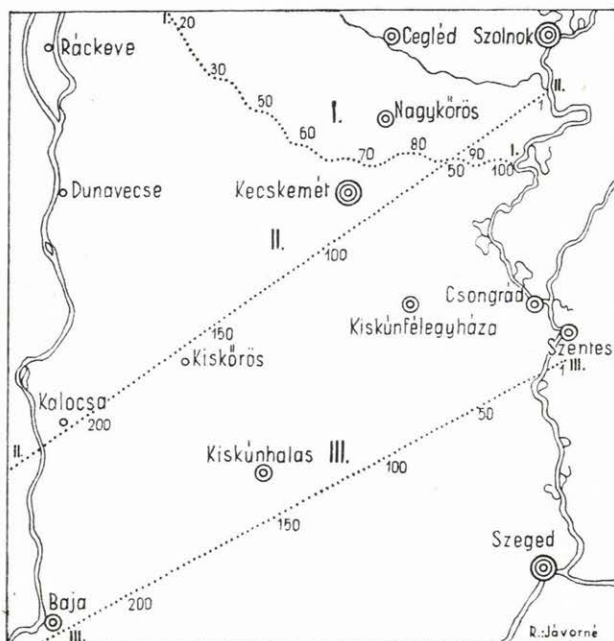
Sümeghy J. szelvényei, 1950.

TALAJVIZ LÖSZTÁBLA ALATT



25. ábra. A talajvíz elhelyezkedése futóhomok és lősz alatt.

Jelmagyarázat: 1 futóhomok; 2 humuszos homok; 3 iszapos homok; 4 homokos iszap; 5 lőszös iszap; 6 lősz; 7 mészsavas homok

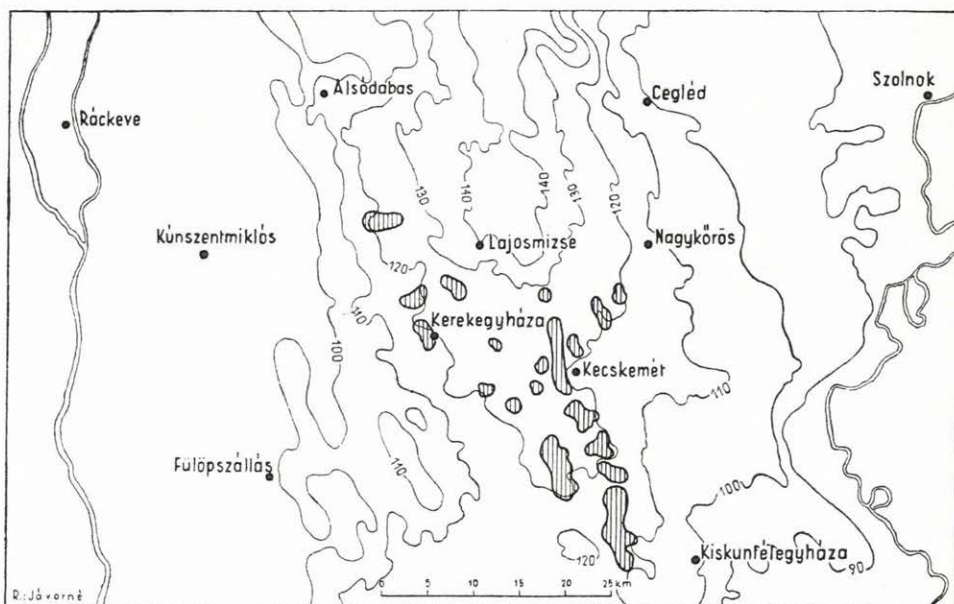


26. ábra. Duna—Tisza közti fúrási szelvények

I. A Duna—Tisza-csatorna nyomvonalának fúrásai (1942)

II. Sümeghy J. 1950. évi térképező fúrásai

III. Miháltz I. 1950. évi térképező fúrásai



27. ábra. 6—10 m mély talajvízfoltok a 120 m-es szintvonal mentén a Duna—Tisza közé

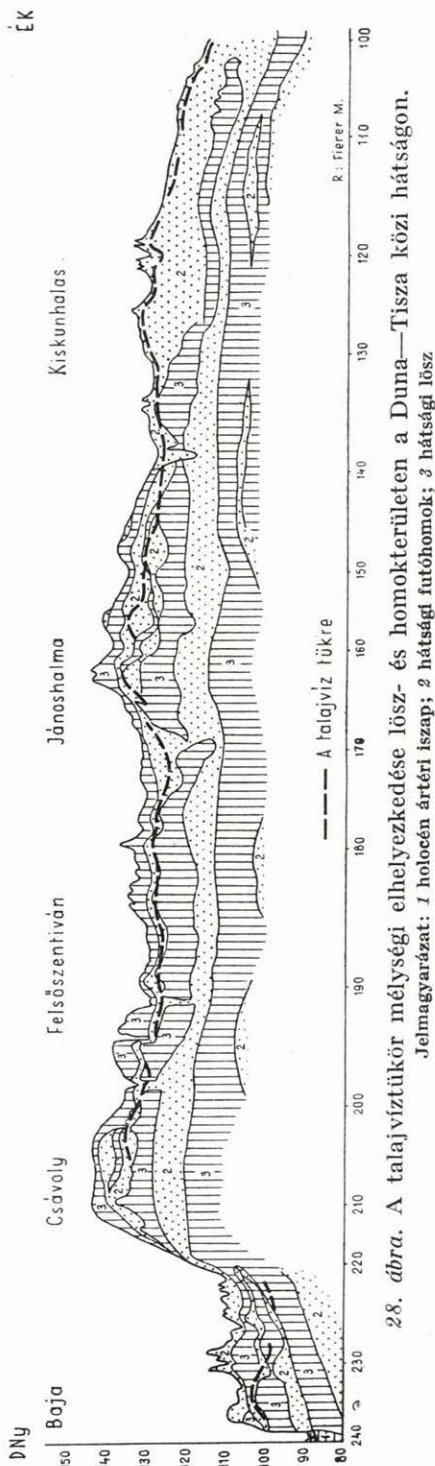
halas—Kiskúnmajsa közötti (az ÉK—DNy-i keresztgátak rendszerébe tartozó) küszöb után a sekély talajvizű terület délnyugat felé folytatódik, de itt széles-ségben is nagyon kiterjeszkedik és kérdé-ses, vajon ez az ÉNy—DK-i övezet foly-tatása-e, vagy pedig a Kiskúnhalast és Kiskúnfélegyházát összekötő DNy—ÉK-i irányú, mélyebb talajvizű gát déli előtere.

A többi területen — a Duna—Tisza köze túlnyomó részén — az átlagos talaj-vízmélység 3 méter körül van.

A felszín földtani felépítése és a talajvízszint kialakulása között néhány fontos kapcsolatot találunk. A Duna árterén a talajvíztükrök általában közel van a felszínhez, a Tisza árterén mélyen. A Duna árterén északon kavicsban, a középrészen és délen homokban, finom homokban, iszapban áll. A nagy szik-laposokon egy-két méter mélységben elérjük a talajvíztükröt. Finom lösziszap borítja a felszínt s alatta sűrűn réteg-zett, de egyre finomabb szemcséjű iszap és finomhomok következik. A talajvíz benne rendszerint nyomás alatt áll. A parti homokdűnék alatt mélyebben ta-láljuk a vizet és különösen mélyen a Solt környéki maradéktáblák, tanuhe-gyek alatt. A Tiszavölgy síkját több méter vastagságú agyagos lösz, agyag-talaj fedi, vízrekesztő rétegeként. A ta-lajvíz ez alatt helyezkedik el finom ho-mokban, iszapban. A partokat itt is homokdombok kísérik.

A Hátság földtani és talajvízviszo-nyai a legváltozatosabbak. Általánosan megfigyelhető, hogy a löszterületek alatt a talajvíztükrök mélyebben áll, mint a homokfelszínek alatt.

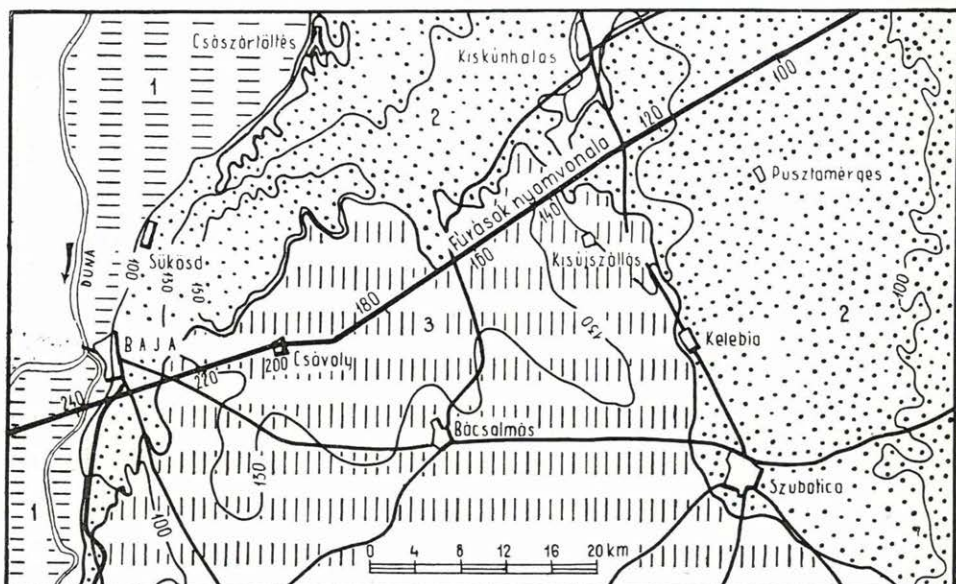
A bemutatott fúrásszelvények a három Duna—Tisza közti földtani fúrássorozat valamelyikének egy-egy szakaszát ábrázolják. A három fúrás-sorozat nyomvonalát a 26. ábra mu-



28. ábra. A talajvíztükrök mélységi elhelyezkedése lösz- és homokterületen a Duna—Tisza közti hátságon.
Jelmagyarázat: 1 holocén ártéri iszap; 2 hátsági futóhomok; 3 hátsági lösz

tatja. Az 1950-ben lemélyített II. és III. sz. teljes szelvény és földtani magyarázatuk a Földtani Intézet 1950. Évi Jelentésében megtalálható (98, 150).

A Duna—Tisza köze északi részén a lösztábla maradványaira futóhomokat fújt a szél. Domborzat tekintetében a legmagasabb térszíneken futóhomokat találunk. Kecskemét táján a homoktakaró elvékonyodik és alóla kibukkan a lösz. A 120 m-es t. sz. f. magassági vonal mentén található



29. ábra. A bajai szelvényrész fúrásainak nyomvonala.

Jelmagyarázat: 1 holocén öntésiszap; 2 pleisztocén futóhomok; 3 pleisztocén lösz

ez a rétegváltozás és nyomában mindenütt megjelennek a mélytalajvízű területek foltjai. A szomszédos homokterületeken az átlagos talajvíz-szint 3 m.

Ha a lösztakaró vastag és nem bontják meg homokcsíkok, -övek, akkor a homokterületekkel szemben feltűnő a mélységkülönbség, ha azonban a lösz homokrétegekkel sűrűn tagolt, a talajvíztükör nincs nagyon mélyen.

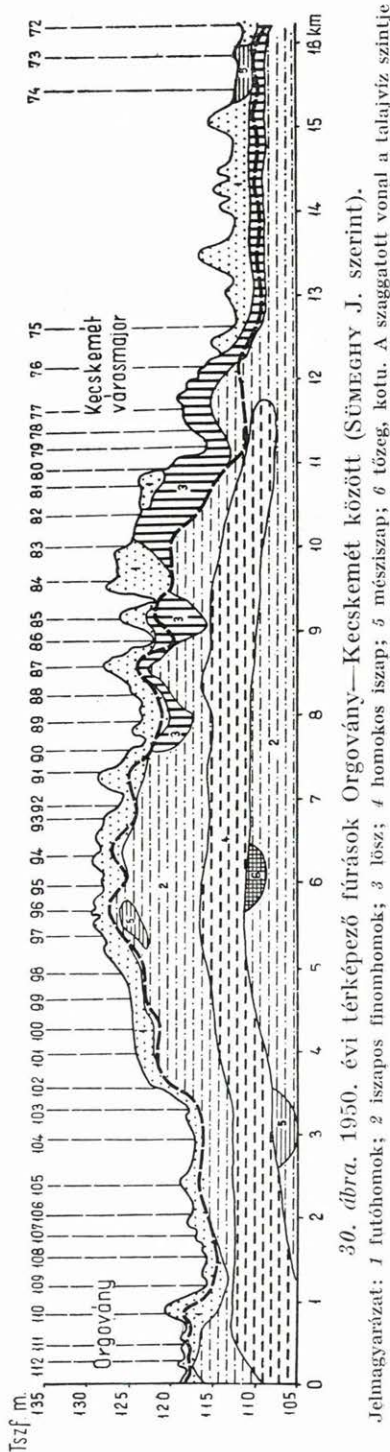
Összefüggő nagyobb területen a löszvidék és homokvidék közötti különbséget a talajvíz terepszint alatti mélysége tekintetében a 28. ábra szemlélteti. A fúrásokat MIHÁLTZ I. mélyítette le 1950-ben. A nyomvonalat a 29. ábra mutatja. A déltiszántúli lösztábla éles határral bukkan ki a Sükösd—Csárvoly közötti magas homokdombok délkeleti árnyékában és onnan menedékesen lejt délkelet felé. A felszíni löszréteg aránylag vékony, mindössze néhány méteres, alatta futóhomok fekszik, majd újra lösz következik 5—10 m vastagságban. Ez a löszréteg sem megszakítatlan, a fúrások több helyen hézagot találtak benne. A felső homok vize tehát érintkezik a vastagabb löszréteg alatti homok vizével. A második homokréteg alatt

újra lösz következik, ez már nagyrészt átalakult agyagos, iszapos lösz, és valószínűleg szintén nem összefüggő folytatólagos réteg, mint az az egymástól 3—5 km-re elhelyezett 30 m-es fúrásokból kitűnik, hanem meg-megszakad éppúgy, mint a második löszréteg, így a további homokrétegek vize is át tud jutni rajta. A löszfelszín alatt a talajvíz mélysége 5—6 m körül jár, több helyen eléri vagy meghaladja a 8—10 m-t is. Amint a löszterületről kelet felé haladva homokterületre érünk, a talajvíz tükre egyszerre a felszín közelébe nyomul és végig 1—2 m-ben található, csak elvétve mélyebben. A talajvíztükrő a löszterületen is követi nagyjából a domborzat vonalát, de több a helyi eltérés, mint a homokterületeken; utóbbin a felszínnel közel párhuzamosan fut a víztükrő. A Kiskúnhalastól délre áthaladó fúrásszelvény mély, 15—20 m-es futóhomokban halad. Az alatta fekvő löszréteg kelet felé lejt. Felszínközelségben nincs vízrekesztő iszapréteg. A víz kelet felé le tudna szivárogni, és a vízszínek, ha csak gravitációs erők hatnának rá, ki kellene egyenlítődnie.

A Kecskemét mellett húzódó mély talajvízü területsáv értelmezése szintén a lösz- és homokfelszínek eltérő viselkedéséből adódik. Kecskeméttől nyugatra a magas futóhomokdombok egy löszvonulatnak támaszkodnak. Ez a löszvonulat Kecskemét mellett a felszínre ér és a domborzatban keletre néző, elég meredek lépcsőt alkot. Alatta a talajvizet 5—6 m mélységben találjuk; ha futóhomoklepel borul rá, még mélyebben. A löszvonulatnak támaszkodó homokfelszín alatt 2—3 méter mélységben ott a víz.

VI. mellékletünk az Alföld domborzatának és a felszíni földtani képződményeknek vázlatos térképét tartalmazza összehasonlítón, a talajvíztérképekkel azonos méretheben.

Miért van mélyebben a talajvíz a lösz alatt? Ha a talajvíz helyi csapadékból



30. ábra, 1950. évi térképező fúrások Orgovány—Kecskemét között (SÜMEGHY J. szerint).

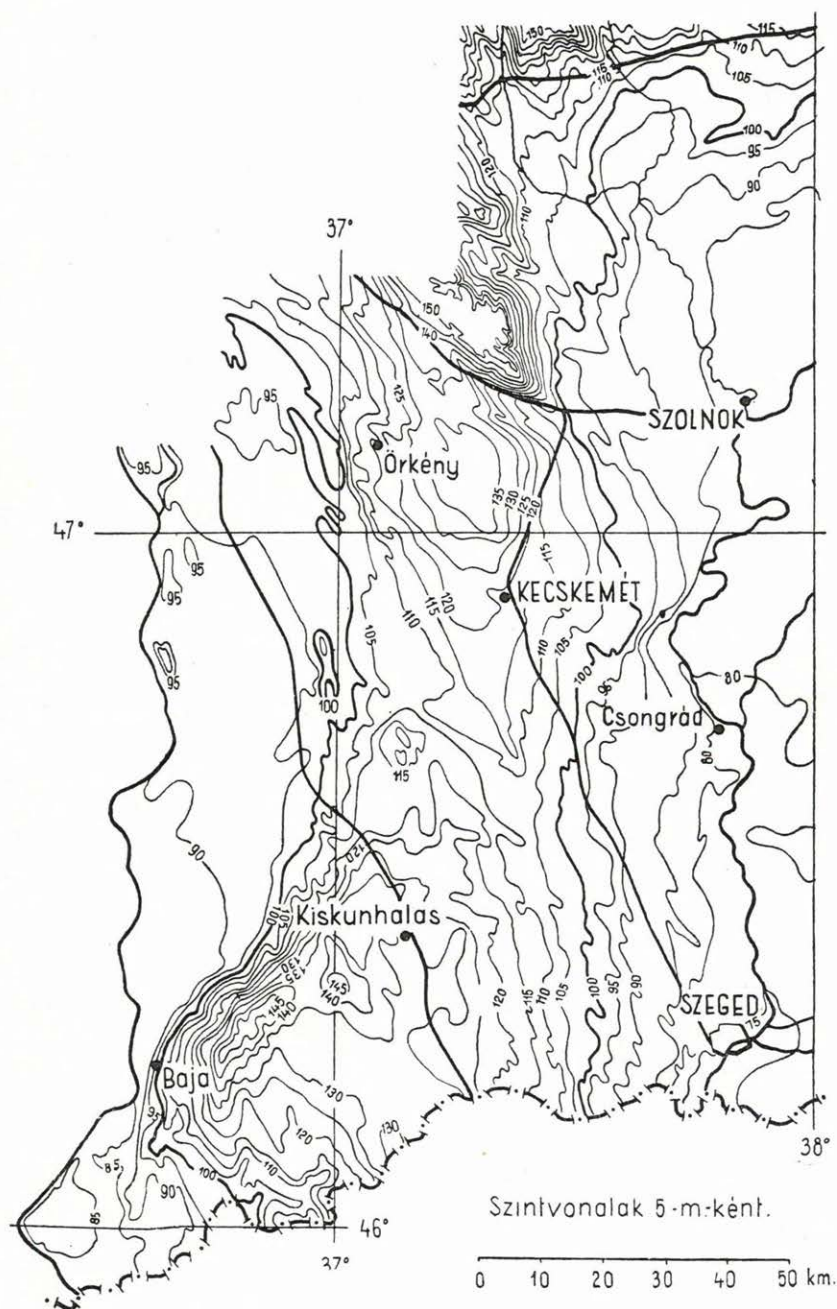
Jelmagyarázat: 1 futóhomok; 2 iszapos finomhomok; 3 lösz; 4 homokos iszap; 5 mésziszap; 6 tőzeg, kotu. A szaggatott vonal a talajvíz szintje

táplálkozik, a löszben magasabban kellene állnia, mint a homokban. De éppen a Kecskemét melletti szelvény azt mutatja, hogy még a lösz alatti iszapos homok is száraz bizonyos mélységig és a talajvíztükör a réteghatárnál mélyebben áll. A löszben a víz nehezen mozog, durvalikacsú szerkezeténél fogva igen sok vizet tud megkötni anélkül, hogy nyílt vízfelület alakulna ki benne. Megfigyeléseink szerint *a löszfalak 1—1,5 m-nél mélyebben nem nedvesednek át.* 6—8 m mélységre a mi éghajlatunk csapadékból semmi sem juthat le a lösz alá. Ha mégis van alatta talajvíz, az nem felülről jön, hanem alulról nyomul fel a vizet tartó mélyebb rétegekből és a homokban jobban meg tudja közelíteni a felszínt, mint a löszben.

A vízzáró rétegek hullámos felszíne és a víztartók szemcseösszetétele, hézagterfogata, áteresztőképessége további változatosságot idéz elő a talajvíz elhelyezkedésében. A vízrekesztő és víztartó rétegek az Alföld fiatal feltöltésében sűrűn váltogatják egymást. Ezért a felszín közelében több vízszintet találunk. Bár a vízrekesztők lencsés elhelyezkedése következtében a vízadó rétegek egymással jól-rosszul érintkeznek, a talajvíztükör mégsem egyetlen folytatólagos felület. A vízrekesztők és víztartók a Duna—Tisza közén is kiékelődnek; nedves mélyedésekben felszínre juthat a talajvíz. Ebből az Alföldön nem fakadnak források, mert a víztartók vékony rétegek, vizük kevés és a laza anyagból nagy felületen erős a párolgás, amint a víz a felszín közelébe ér. Ezek a viszonyok szintén hozzájárulnak a különböző mélységű talajvízszintek kialakulásához. Szomszédos területeken a legfelső talajvíz tehát nem ered szükségképpen azonos rétegből és nem mindig áll egymással közvetlen érintkezésben.

A talajvíztükör tengerszint feletti elhelyezkedése szabályosabb a terepalattinál. A Duna—Tisza közti hátság felől lejt a víztükör a két folyó felé. Igen meredek a vízszint lejtője Győn—Örkény körül a Duna felé és még meredekebb a baja—sükösd—császártöltési magaspartnál. A Tisza felé mindenütt menedékes, csendes lejtővel ereszkedik le a víztükör. A Kecskemét alatti domborzati nyeregben kb. 110 m tszf. magasságra süllyed le a talajvíz szintje. A nyereg mélypontja Jakabszállás—Orgovány—Bócsa körül van. ÉNy-ról és DK-ről, a két nagy folyó alluviális térszíne felől, mélyen behatoló talajvízöblök nyúlnak be a Hátság eme pontja felé. A talajvíz itt igen közel áll a felszínhez. Elég nagy területen a víztükör mélysége az 1 m-t sem éri el. Nyilvánvaló, hogy itt talajvízrétegek ékelődnek ki éppúgy, mint a Hátság peremein másutt is, végig a dunai ártér szélén és foltokban a tiszai ártér felé néző hátság-oldalon. A terep alatt a felszínhez egészen közel fekvő talajvíztükör jelzi a felszínen való előbukkanás lehetőségét. *A talajvízből táplálkozó vízenyős laposok a belvizek feltörő helyei.* A talajvízfelfakadások nem mindig a legalacsonyabb térszínen jelentkeznek. A Duna—Tisza közén, a Hátság közepén, Kecskeméttől nyugatra 1940—1941-ben nem a legalacsonyabb területeket öntötte el először a feltörő belvíz, hanem néha a magasabb fekvésűeket és onnan folydogált az alacsonyabb térszín felé.

A talajvíztartó kiékelődési helyeinek laposaiban mésziszap-feldúsulást találhatunk. A mésziszapok keletkezésének magyarázatánál erre figyelem-

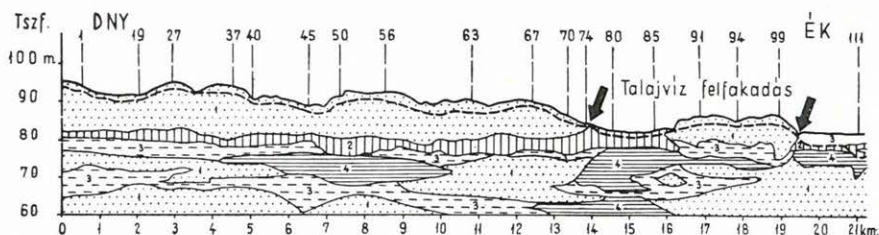


31. ábra. A talajvíztükör tengerszint feletti helyzete a Duna—Tisza között

mel kell lenni. Ahogy a szikesedés, a nátriumsók (Na_2CO_3) felhalmozódása is alulról, a talajvíz bepárlódásából keletkezik, ugyanúgy a mésziszapos vápák is mésztanyagukat az elpárolgó talajvízből meríthetik.

Ha igaz, hogy az egyes talajvíztartó-rétegek az Alföldön kiékelődhetnek, akkor az alattuk következő vízáadó rétegek másutt talajvízként jelentkeznek. Vagyis a *«talajvíz» több emeletben, rétegben helyezkedik el a felszín alatt*. A felszín alatti második-harmadik vízáadó réteg vize — tapasztalataink szerint — érintkezik egymással, de esetleg hosszú, tekervényes utakon. Vegyi összetételük, minőségük ezért más-más lehet.

Az Alföld vízgazdálkodása már régen használja a felszín alatti mélyebb víztartó rétegek vizét. A 4—5 m mély ásott kutak mellett sokfelé találunk 10—15—20 m mélységű, a felső talajvíz alatti víztartó rétegeket megcsapoló kutakat. Ezek nemcsak bővebb, hanem jobb vizűek is. Az Alföld



32. ábra. Zákányszék—Szatymaz—Sándorfalva környéki fúrások (MIHÁLTZ I. 1952. szelvénye szerint). Belvízfelfakadási helyek a Duna—Tisza közti hátság K-i peremén.

Jelmagyarázat: 1 futóhomok; 2 lösz; 3 iszap; 4 agyagos iszap. A szaggatott vonal a talajvíz szintje

csékély mélységben fekvő első talajvíze gyakran nagyon szennyezett. Az aránylag kevés és nyáron eléggé felmelegedő víz oldott anyagokban dús, a löszfeleségek főleg mésszel, helyenként nátriumkarbonáttal, magnéziumszulfáttal telítik. A víz mozgása a finomabbszemű üledékekben lassú, a víz nyáron poshadt, pangó. A mélyebb (20—50 m) víztartó rétegek anyaga homok, gyakran durvábbszemű homok, esetleg kavics. Vízük ezért több, jobb, erőteljesebb mozgásban is van, tehát «frissebb». Ha a beszivárgó felszíni csapadékvíz a talajvíz szintjét Alföldünkön általában elérné, akkor az első talajvíznek tisztább, hígabb oldatnak kellene lennie, mint az alatta következő, de még felszínközeli vízáadó rétegek vízének. A második-harmadik vízáadó vize szinte kivétel nélkül tisztább, kevésbé tömény oldat.

A különböző vízáadó rétegek nyomonkísérésének, azonosításának, a kiékelődéseknek belvízrendezési szempontból is fontosságuk van. Jó példa erre Szeged környéke, ahol a tiszai vízlépcső előmunkálatai során fúrásokkal részletesen tisztázták a vízföldtani viszonyokat. A Duna—Tisza közti Hátság déli részén a Kiskúnság homokvidéke Szeged felé, a Tisza ártere felé menedékesen lejt. A felszíni futóhomok szintén keletnek lejtő löszrétegen fekszik. A homokban a löszréteg fölött kevés, szegényes talajvíz található. Kelet felé a homok kivékonyodik, úgyhogy a lösz

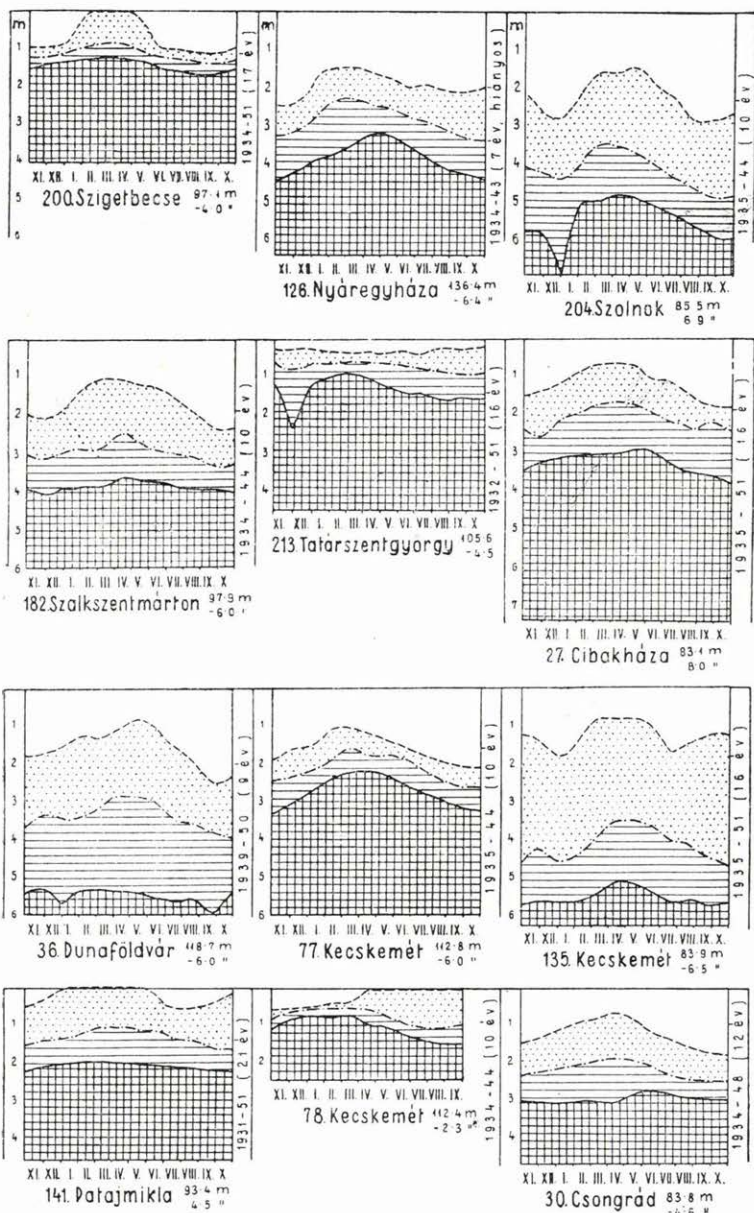
Kiskúndorozsmától nyugatra és Sándorfalva táján takaratlanul a felszínre jut. Vele együtt a talajvíz is kibukkan a vizenyős mélyedésekben, erekben. Az elvékonyodó homoktakaróban rendszerint igen kevés a víz. Ha azonban nagyon csapadékos évek követik egymást sorozatosan, meggyűlik a víz és a kiékelődés vonalán mint belvíz fakad fel, előntve a Tiszától távolabbi ártéri részeket, esetleg a Tisza vízállásától teljesen függetlenül.

A Duna—Tisza közti hátságon a *talajvíz szintjének évi és sokévi ingadozása, vízjátéka kicsi*. A kilengés amplitudója átlagosan 1—2 m. Az egyes évek talajvízjárása között sincsen nagyobb különbség. A két nagy folyó jelenkori árterein, különösen a folyók közvetlen közelében, erősebben ingadozik a talajvíz szintje, de itt sem haladja túl a 3—4 m-es amplitudót. Csak néhány figyelt kút van a Tisza jobbpartján (Ókéske 135, Vezseny 245), amelyeknek vízjátéka az 5 métert meghaladja. Ezek közepes vízszintje kb. a Tisza középvízének szintjével van egymagasságban, vagy 2—3 méterre afölött, tehát a legközvetlenebb folyóvízi hatás alatt áll. A Hátságon és délen Jánoshalma—Bácsalmás—Pusztamérges vidékén kivételesen erős az ingadozás (3 méter körül). Északon pedig a Tápió—Zagyva alsó vidéke, a Jászság délnyugati része olyan terület, ahol a vízjáték a Tiszától és mellékfolyóitól távolabb is 3—4 m körüli. Ahol finomabbszemű üledékben áll a talajvíz, tükrének függőleges ingadozása mindig nagyobb, mint a durvábbszemű víztartók vizéé. (Lásd a 81—82. ábrát.)

Erős talajvízszint-ingadozást találunk a magasabb Hátság és a folyó-árterek érintkezési vonalán, főleg a meredek vízszintlejtésű dombok aljában. Így a sükösd—császártöltési part alatt 4—5 m a talajvízszint függőleges ingadozása, de végig a Hátság nyugati határán: Ócsa, Örkény, Ladánybene, Kerekegyháza, Izsák, Soltvadkert vonalán is 3—4 m. A Hátság keleti lejtőjén, Cegléd, Nagykőrös, Kiskúnfélegyháza, Csengele, Csolyospálos, Üllés, Aranyszék, Ásotthalom vonala mentén találunk 3—4 m körüli vízingadozást.

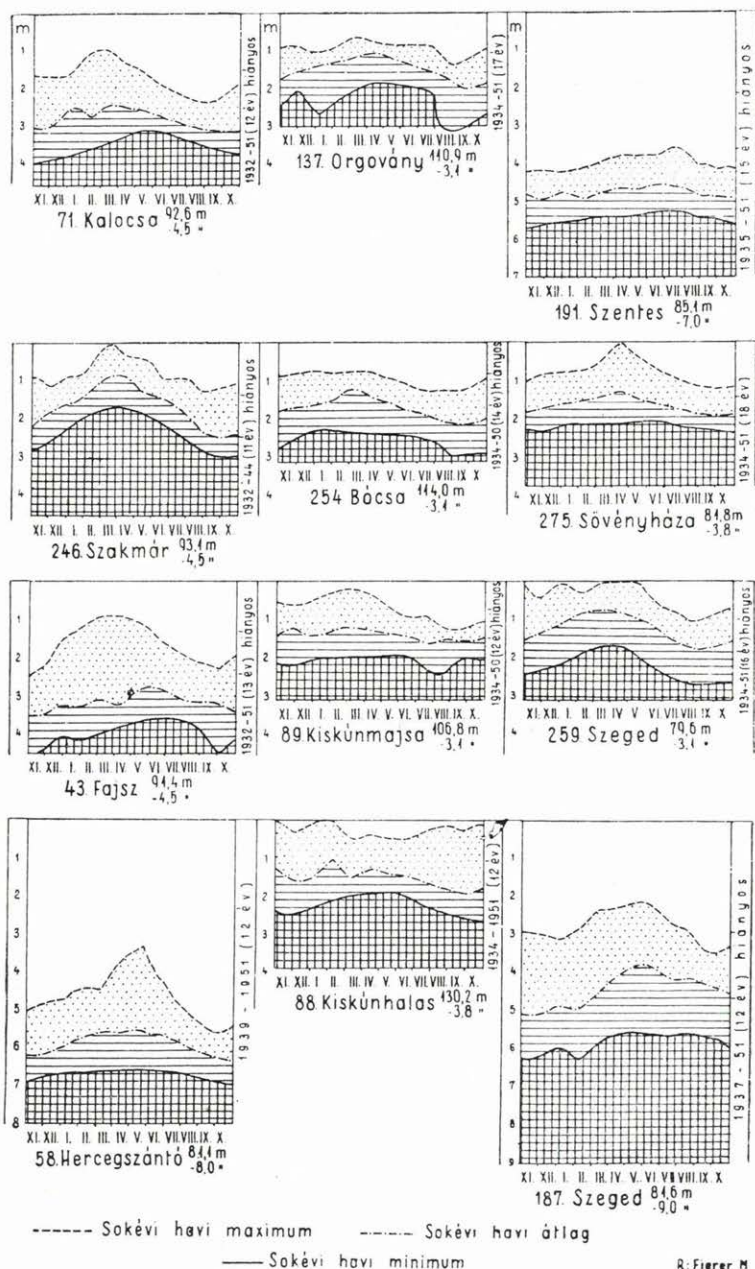
Néhány olyan talajvízfigyelő kút adatát, ahol 10—15 éve pontos észlelés folyik, a 33. és 34. ábrák grafikonjai mutatják be. Az ábrák 3—3 görbéje a sokévi legalacsonyabb, közepes és legmagasabb vízállás havi menetét mutatja a Dunavölgyben, a két folyó közötti hátságon és a Tisza mellékén. A vízjáték nagyságának szemléltetésén kívül azt is láthatjuk a rajzokból, hogy a Dunavölgyben a legmagasabb talajvízállás tavasszal következik be, a Tisza mellékén nyáron. (Egy-egy diagram a hidrológiai évet tünteti fel, novemberrel indul és október hónappal zárul.) A Hátságon változatosabbak a viszonyok. A legmagasabb vízállás tavasszal, nyáron és télen is beállhat. A legmélyebb vízállás általában őszre esik.

A talajvízjárás valóságos menetét a VITUKI által fenntartott 40 kiválogatott talajvízfigyelő kútban a 35a és 35b ábrák mutatják szintén tájak szerint csoportosítva. Az első tanulság, hogy a talajvízkutak vize rendszerint télen-tavasszal tetőzik és ősszel éri el a legmélyebb szintjét. Ettől az általános szabályszerűségtől azonban évenként is, tájanként is sok az eltérés. Legmagasabb talajvízállás ősszel is és nyáron is jelentkezik. Az évszakos vízjárás menete a Dunavölgy kútjaiban eléggé egy-



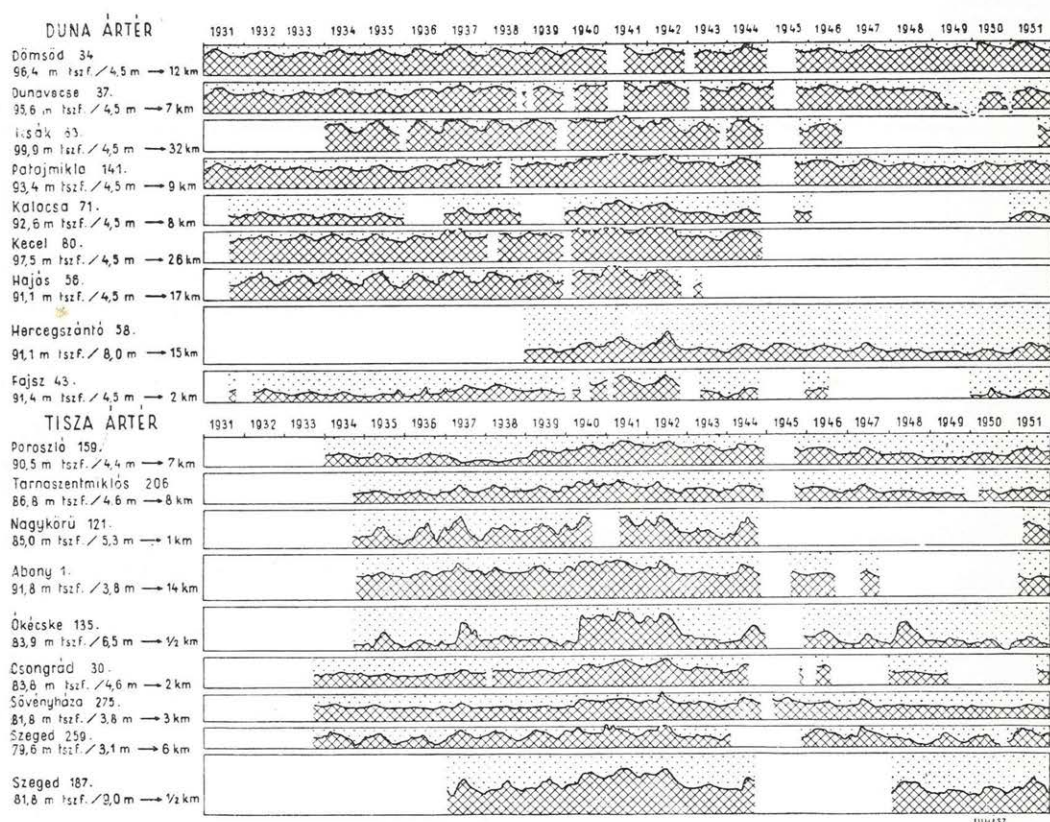
R. Fierer M.

33. ábra. Talajvízkutak jellemző vízállásai a Duna—Tisza köze É-i részén



34. ábra. Talajvíz kutak jellemző vízállásai a Duna—Tisza köze D-i részén

öntetű, a Tisza mellékén már vannak különbségek, ami talán abból is adódik, hogy nem minden kút van a Tisza alluviális síkján. A Hátság kútjaiban több az eltérés; azonos időben a kutak vízszintalakulásának időgörbéje más és más helyzetű lehet. Ez különben a vízügyi adatok havi közlemény-ábráiból is kitűnik, ahol a talajvízkutak adatánál azt is jelzik,



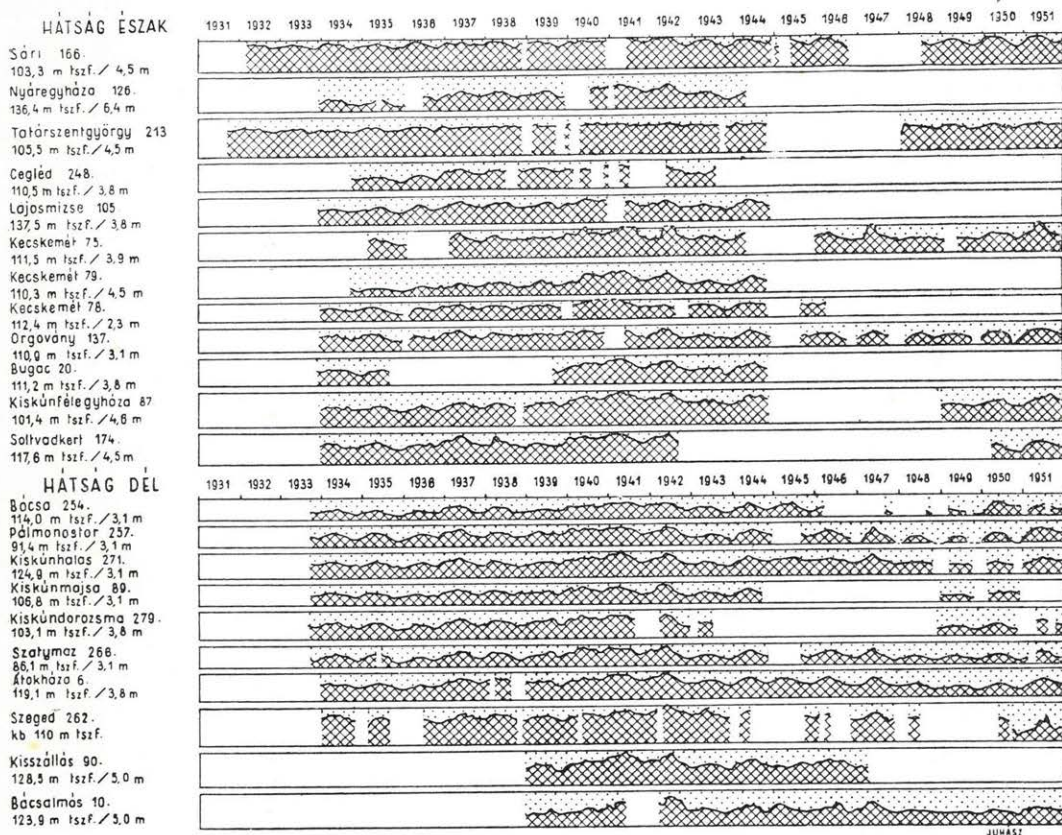
35a. ábra. A talajvízjárás menete néhány hosszú időn át észlelt VITUKI kútban.

(A községek neve utáni számok a kút sorszámát, a perem tengerszint feletti magasságát, a kút mélységét és a Dunától, illetve Tiszától való távolságát jelölik. A grafikonoknál egy-egy szelvény magasságának mérete: 1 mm = 1 m.)

hogy áradásban, vagy apadásban, vagy hosszabb nyugalmi periódusban van-e a kút vize. A különbségek oka a helyi csapadékalakulás lehetne, ott ahol a csapadékvíz közvetlenül táplálni tudja a talajvizet. Az Alföld nagy részén azonban nem ez, hanem a talajvíz oldalirányú áramlása okozza a fáziseltolódást a hullámmenetben.

A görbék azt is mutatják, hogy az évszakos talajvízjátékon kívül hosszabb periódusú hullámmozgás is van. A Duna—Tisza között az 1934—35-ös években mutatkozott a legmélyebb talajvízállás a kutakban. Az 1940—41-es, illetve 1942-es évek viszont a legmagasabb talajvízállás évei. Újabb mélypont az 1949—50, illetve 1951. évekre esett.

A Duna—Tisza közén nem szabályszerű az a másutt megfigyelt jelenség, hogy a mélyebb kutak víztükre kevésbé ingadozó, mint a sekély kutaké. Itt mély kutakban gyakorta jelentős vízjátékot mérnek (Hercegszántó 58, Ókéske 135, Szeged 187, 262), másutt sekély kutakban alig ingadozik a víz (Dömösd 34, Sári 166, Tatárszentgyörgy 213). Megfigyel-



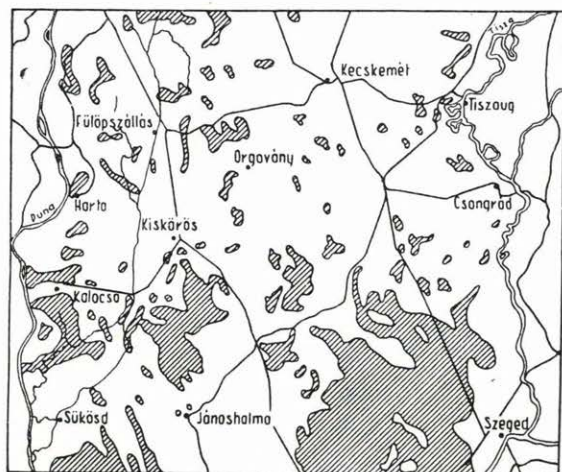
35b. ábra. A talajvízjárás menete néhány hosszú időn át észlelt VITUKI kútban. (A községek neve utáni számok a kút sorszámát, tengerszint feletti magasságát és a kútmélységet jelölik. A szelvények magasságmérete: 1 mm = 1 m.)

hetünk olyan kutakat, ahol az évszakos ingadozás erős (Izsák 63, Hajós 56, Szeged 259, Pálmonostor 257) és olyanokat, ahol csak a hosszabb évszori ingadozás jelentkezik erős emelő és süllyesztő hatással, az évszakos vízjáték kicsiny (pl. Patajmikla 141, Poroszló 159, Sövényháza 257).

Néhány szót kell szólnunk a talajvíz bőségéről a Duna—Tisza közén. Általános tapasztalat volt az 1950—1951. évi térképezésnél, hogy a hátság nagy részén a kutakban nagyon kevés víz volt, igen sok kút nyár közepén kiszáradt, más tíz- és tízezer kútban alig volt egyéb sűrű iszapnál, latyaknál. A ki nem száradt kutak sem bírtak ki napi egyszeri-kétszeri erősebb

mérésnél többet. Igaz, hogy ez a két év a sokévi legalacsonyabb talajvízállást mutatta, mégis feltűnő volt a kutak vízszegénysége. Annál inkább, mert voltak területek, ugyancsak a Duna—Tisza közti hátságán, ahol a kutakban ugyanazon nyáron elegendő víz volt és jól állották a rendszeres, sűrű kimerést.

A talajvíz utánpótlódása az egyik legfontosabb kérdés Alföldünkön. A talajvízről összegyűjtött eddigi adatok erre a kérdésre közvetlenül nem



36. ábra. Talajvízszegény területek a Duna—Tisza köze déli részén (1 m-nél kevesebb víz a kutakban)

tudnak feleletet adni, mert sem próbaszivattyúzást nem lehetett többfelé végrehajtani, sem a vízvezető rétegek át-eresztőképességére nem gyűjtöttünk adatokat. Közvetve azonban, a kutakban álló víz mennyisége — ha ez a vízmennyiség nagyobb összefüggő területen a kutak ezreiben egyező — a víztartó réteg vastagságára és vízben való gazdagságára, illetve szegénységére enged következtetni. A kutak különböző mélységekre való lemélyítése, különböző kiképzése, domborzati helyzete, igénybevétele, mint módosító tényezők, mind értéküket veszítik akkor, ha azt látjuk, hogy

a különböző kutak ezreiben, tízezreiken ugyanannyi víz áll. Így pl. a Kiskúnhalas és Szeged közötti területen 1950 május havában 2632 kutat mértek meg, tehát szokásosan magas talajvízállás idején és a kutak több mint felében (1592 kútban) fél métert sem ért el a vízszlop. A többi kút túlnyomó részében is egy méternél kevesebb volt a víz és mindössze 4 olyan kutat találtak 2632 között, amelyben a vízszlop elérte a 3 métert. Ugyanekkor találtak vidékeket, ahol összefüggő nagyobb területen az egymás mellett levő kutak százaiban 1—2 méter volt a leggyakoribb vízszlop.

Különösen vízszegény a Duna—Tisza közének déli része. Kiskőröstől délre nagy területen, Kiskúnhalastól keletre ugyancsak nagyobb területfolt, végül Kiskúnmajsa—Kiskúnfélegyháza—Szeged és a déli országhatár között száraz időben alig van víz a kutakban. Ezzel szemben Kecskemét körül több talajvízben gazdag területfolt található. Bőséges a talajvíz a Monor—Irsa dombvidék déli lába előtt, a Dunavölgy északi felén, és foltokban többhelyt a Tisza síkján.

Aiföldünk talajvizének minőségére sok a panasz. A nagy síkság pangó talajvíze sokban dús oldat, és sem ivó-, sem háztartási és ipari, sem öntöző

vízként nem válik be. Legrosszabb a helyzet a Tiszántúlon, de a Duna—Tisza közti terület talajvízmintái is igen kedvezőtlen elemzési eredményeket adtak.

Az 1950. évi földtani térképezés során a geológusok a Duna—Tisza közéről 210 talajvízmintát küldtek be vegyi elemzésre. Utasításuk az volt, hogy a térképezett terület minden tájáról küldjenek jellemző mintát. Ebben az értelemben a beküldött több mint 200 minta jelentősége jóval nagyobb, mint amit számuk kifejez. Néhány területrészen mégis kevésnek mutatkozott a beküldött minta. Ilyen helyeken, térképünk teljesebbé tételére, a MÁV-kutak elemzési eredményeit is felhasználtuk.

Az alföldi vizek ásványokban sokkal gazdagabb oldatok, mint az akár a jó ivóvíznél, akár az iparilag hasznosítható víznél megengedhető. *Az összes oldott anyag mennyisége literenként legtöbb esetben meghaladja az 1000—2000 mg-ot.* Hígabb oldatokat, jobb vizet csak a Duna közelében, az északi, dombos, kavicsos, homokos vidékeken és a Tiszára néző homokterületek egy-két foltján találunk. Bár a lakosság a kemény vizet megszokta, tűri és nagy területeken kizárólagosan ezt használja, mégis a vízgazdálkodásnak arra kell törekednie, hogy a rossz talajvíz helyett a mélyebb víztartó rétegek kevésbé ásványos vizét tárják fel és hasznosítsák.

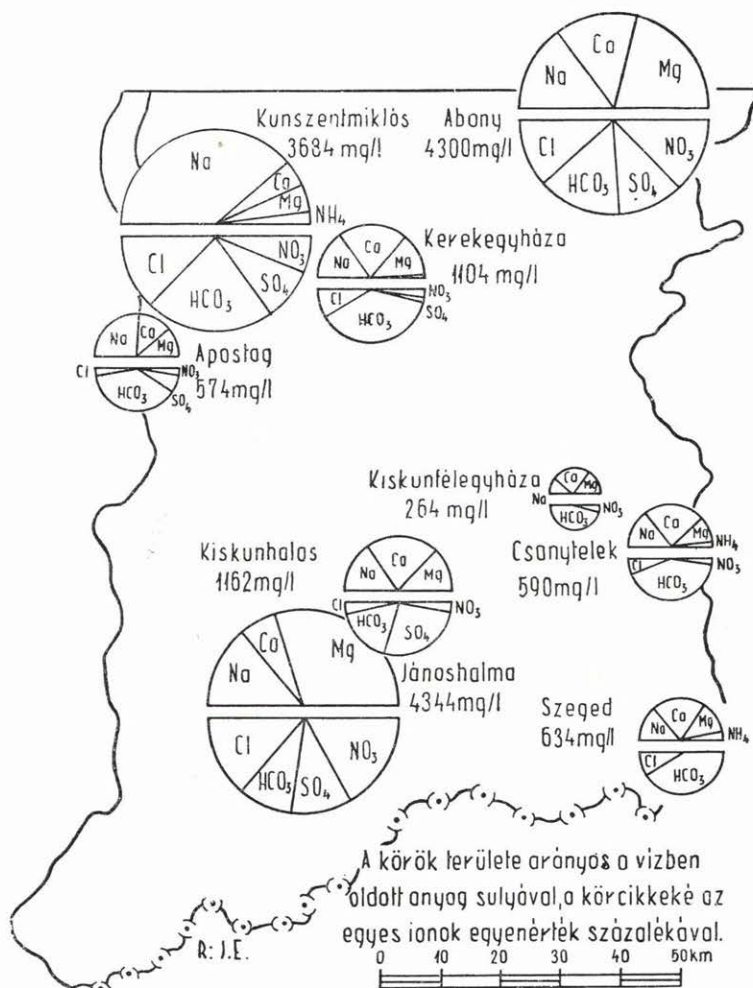
A töményebb oldatokat a Jászságban és a Tisza völgyének déli felében találjuk. Itt 5000—6000 mg/literig emelkedik az összes oldott anyag mennyisége, kivételes esetben — pl. a jászsági keserűvizeknél — 40—50 g-ig. A löszterületek tűnnek ki különösen kemény, rossz vizekkel. Homokon jobb a helyzet, de a Duna—Tisza köze változatos felépítésének megfelelően egymás közvetlen szomszédságából nagyon különböző vizeket gyűjtöttek be a térképezők. A Jászság délnyugati részén ugyancsak ásványos, sűrű oldatokat találunk, de a két nagy folyó völgyében és közöttük, a Hátságon néhány száz mg/l sótartalmú lágy vizek mellett majdnem mindenütt találunk több ezer mg/l oldott anyagtartalmú oldatokat is. Feltűnő pl. Cegléd város belterületén is a talajvíz nagyon különböző keménysége; hasonló a helyzet Szolnokon, Nagykőrösön, Kecskeméten, Kiskúfélegyházán is.

A Duna völgyében a kemény víz majdnem mindig nátriumban gazdag. Ez a szikes területekre jellemző. De az anionok csoportjában nem mindig a hidrokarbonát van túlsúlyban (szódás, szikes vizek), többször szerepel a kloridion hasonló, vagy éppen kiugró értékkel (konyhasós vizek) és több helyen magas a szulfátmennyiség (keserűsós vizek).

A Tisza mellékén a nátrium nem játszik túlnyomó szerepet a kationok csoportjában. Egy-két ilyen eset van a déli Tiszavölgyben, egyébként a magnézium és kalcium súlyaránya mellett háttérbe szorul. A Jászság déli felén azonban újra kiemelkedik és megközelíti vagy meghaladja a magnézium egyenértékarányát.

Feltűnő a dunamenti kemény vizeknél a magas magnéziumtartalom. A kalcium- és magnéziumionok közül hazai vizeinkben rendszerint a kalcium magasabb értékű. A Dunavölgy kemény vizeiben azonban a magnézium egyenértékszázaléka legtöbb esetben felülmúlja a kalciumét,

sőt sok esetben abszolút súlya is több (lásd a 4. sz. táblázatban Ráckeve, Alberti-Irsa, Fülöpszállás, Kalocsa adatát). A kirívó magnéziumarány lösszel látszik kapcsolódni a Duna—Tisza közti Hátságon és a Tisza mentén.



37. ábra. Jellemző talajvíztípusok a Duna—Tisza közén

A kalcium egyenértékaránya a Duna—Tisza közén rendszerint legkisebb a három lényeges kation között. Egyedül a Közép-Tisza mentén találunk olyan kalciumhidrokarbonátos vizeket, melyekben a kalcium a kationok közül kiemelkedő. (A MÁV vizelemzésekben a kalcium és magnézium nincs elkülönítve, az ábrákon ezeket egyforma egyenértékaránnyal szerepeltettük.) A Hátság délkeleti részén, ahol sok MÁV elemzést használtunk fel, a környező területek kalcium-magnézium aránya igen sok esetben egyenlő.

4. táblázat

Község	Na	Ca	Mg	NH ₄	Cl	HCO ₃	SO ₄	NO ₃	Szil. mar.	Össz. kem.	Lú- gos- ság
mg/liter											
Tápiószentmárton	27	50	34	ny	5	372	10	5	346	14,9	6,1
Ceglédbercel	23	49	42	ny	8	348	22	35	372	16,6	5,7
Baja	19	91	19	11	15	420	—	24	376	17,1	6,9
Kiskőrös	136	20	11	—	37	413	ny	2	382	5,4	6,7
Kiskunhalas	84	68	24	ny	60	403	20	17	424	14,9	6,6
Bugyi	142	12	10	ny	5	453	11	6	424	4,0	7,4
Tatárszentgyörgy	8	78	15	ny	15	193	49	58	442	14,5	3,2
Kalocsa	43	95	35	ny	3	538	ny	35	450	21,3	8,8
Aporka	28	71	42	ny	6	409	65	—	464	19,6	6,7
Hercegszántó	10	128	25	—	6	519	11	ny	468	23,8	8,5
Jánoshalma	78	88	34	ny	41	502	55	3	482	20,1	8,2
Rácalmás	16	61	49	—	20	317	17	105	488	20,0	5,2
Katymár	24	70	58	ny	25	439	63	8	534	23,2	7,2
Izsák	12	152	25	1	ny	622	ny	3	556	27,0	10,2
Ráckeve	40	57	63	ny	29	409	48	65	564	22,4	6,7
Bácsalmás	21	64	75	—	18	378	94	70	584	24,9	6,2
Kecel	52	111	44	ny	34	478	117	12	588	25,7	7,8
Gyál	—	131	20	—	34	201	174	147	668	22,9	3,3
Tass	26	24	13	ny	152	403	68	4	690	5,3	6,6
Kecskemét	161	70	23	1	19	732	ny	—	748	15,0	12,0
Kistelek	45	147	37	ny	57	513	94	23	774	29,1	8,4
Cegléd	—	176	36	ny	41	384	89	160	802	31,5	6,3
Paks	40	104	50	—	54	378	68	119	804	26,1	6,4
Kiskunlacháza	94	91	77	ny	67	586	151	22	870	30,5	9,6
Jászkarajenő	270	88	37	ny	243	669	62	8	892	20,7	11,0
Dunavecse	96	139	44	ny	51	527	146	100	988	29,5	8,6
Nagykátá	70	169	76	ny	59	470	377	58	1048	41,1	7,7
Madocsa	187	87	63	—	82	689	123	91	1064	26,5	11,3
Soltszentimre	118	99	90	ny	62	647	144	136	1098	34,7	10,6
Kerekegyháza	146	173	70	3	134	976	84	40	1104	40,3	16,0
Fajsz	84	177	75	2	109	767	90	80	1148	42,1	12,6
Kiskunfélegyháza	239	121	42	ny	145	643	165	115	1210	26,6	10,6
Örkény	—	233	56	ny	83	439	324	240	1278	45,4	7,2
Dunavarsány	39	163	91	ny	73	348	332	164	1338	43,7	5,7
Dömsöd	199	140	79	ny	134	640	215	214	1406	37,8	10,5
Kelebia	144	177	41	—	69	269	262	416	1534	34,2	4,0
Kunbaja	289	180	16	—	182	366	230	434	1820	41,7	6,0
Jászfényszaru	—	176	74	ny	172	598	215	482	1992	41,7	9,8
Szabadszállás	436	137	123	ny	367	1146	279	65	2092	47,5	18,8
Abony	304	184	69	ny	131	802	363	230	2122	41,7	13,1
Lajosmizse	17	54	16	ny	2	287	ny	ny	2240	11,2	4,7
Fülöpszállás	634	110	213	ny	490	1521	538	42	3064	64,4	24,1
Kalocsa	545	61	236	ny	501	1006	561	240	3288	62,8	16,5
Albertirsa	22	181	321	ny	332	628	777	565	3488	99,1	10,3
Nagykőrös	563	239	159	ny	352	905	609	750	3584	70,2	14,8
Kunszentmiklós	806	183	121	1	592	1206	452	515	3646	53,4	19,8
Kunbaracs	47	86	24	—	51	281	103	5	3740	17,5	4,6
Tápiógyörgye	704	350	347	—	881	830	1088	964	5856	128,8	13,6

A felszín alatt 20—50 m mélységben elhelyezkedő víztartó rétegek vize hígabb és egyöntetűbb oldat. Ezek a mélyebb vizek gyorsabban mozognak, keverednek és frissebbek. A felszínközeli rétegek lassú mozgásban levő, pangó talajvize talajvízmocsarakat alkot és vegyi összetétele a helyi körülmények szerint alakul.

Leközlünk néhány példát a Duna—Tisza közti talajvizek vegyelemzésének fontosabb adataiból. (L. 4. táblázatot.)

A Jászságból a Duna—Tisza közére lenyúló agyagokban néha egészen nagy oldott anyag tartalmú keserűvizet találunk. Legismertebb Jászkarajenő mellett a Míra keserűvíz. Többféle töménységben fordul elő. Három ismert elemzése közül a legnagyobb összes oldott alkatrészt tartalmazót közöljük (107/a):

K	10,5 mg/l	0,36 % (Than)
Na	11,072,1 „	64,63 % „
Ca	427,6 „	2,94 % „
Mg	2,901,2 „	32,05 % „
Cl	818,4 mg/l	3,10 % (Than)
HCO ₃	10,4 „	0,02 % „
SO ₄	34,660,2 „	96,88 % „

Összes oldott alkotórész 49,941,4 mg/l

5. Az Alföld északi pereme

Az alföldi talajvíz elhelyezkedésének tanulmányozására nem lehet érdekesebb, fontosabb terület az Alföld északi pereménél. Nagy síkságunk általában északról délre lejt. Ha a síksági területek belsejének talajvize kap utánpótlást földalatti úton a magasabb peremekről és törmelék-kúpokból, akkor itt van az utánpótlás forrása, innen kell a talajvíz földalatti útját nyomon kísérni.

Az Alföldre északon meredek lejtőjű közép magas hegyek néznek. Az átmenet hirtelen. Légvonalban 10—20 km távolságon leérünk a Mátra 1000 méteres csúcsairól 100—150 m tszf. magasságba, igazi elegyengetett síksági területre. A Bükk 800—900 m magas platójáról ugyanilyen gyorsan jutunk le a Mezőség alföldi térségeire. Meredek lejtőkkel néz a Hegyalja is a Bodrog és még inkább a Hernád völgyére. Egyedül a Szerencsi-hegység alacsony dombjai jelentenek fokozatos átmenetet a síkság felé. Nyugaton a Cserhát és a gödöllői halomvidék ereszkedik enyhe lejtőkkel, kis relatív magasságkülönbséggel a Jászság nyugati peremére.

Az északi hegyvidékről néhány nagyobb és sok kicsiny patak hordja le a csapadékvizet az Alföldre. Szélesebb völgysíkjá, nagyobb feltöltött ártere csak a Sajónak és Hernádnak van. Durva hordalékot nagyobb kiterjedésben csak ezek árterületén találunk. Nagy kavicsmező fekszik azonban a Bodrog—Tisza között is, ez annak a hatalmas törmelék-kúpoknak a része, amelyet az Északkeleti Kárpátokból lesiető folyók építettek fel a hegyek lábai előtt. Egyébként az apró patakok csak helyi, kis törmelék-kúpokat halmoztak fel a Cserhát, Mátra, Bükk lejtőire és lábai elé. A Zagyva völgye volna még jelentősebb kapu, amely a hegyvidékről az Alföldre nyílik, de

a Zagyva Hatvanig szűk völgyben folyik, szélesebb kavicsos völgye nincs. Hatvan alatt kiszélesedő, durvább üledékekkel feltöltött kisebb medencéje van, de utána finom agyagos felszínen folyik a Tiszáig. A pleisztocén nagyobb folyótevékenységét azonban végig az Alföld északi peremén, sok elfödött kavicsmező őrzi. Ez a kavics a 160—170 m tszf. magasságú térszínen a felszín alatt néhány méter mélységben van és homok, lösz, lösziszap takarja be. A Tisza vidéke felé már sokkal mélyebben fekszik, vastag, erősen rétegzett, változatos szemmagyságú, de általában finomszemű takaró alatt.

Régebbi erőteljesebb folyótevékenység maradványa az a két nagyobb homokvonulat is, amely a Tarnát kíséri és a hegylábakról mélyen benyúlik a Jászság síkságára. A Tarna és Egerpatak, a hevesi homokvilág futóhomokja ezekből táplálkozik. Ezek egyrészt beszivárgási felületek, másrészt befolyásolói az északról dél felé irányuló talajvízáramlásnak.

A csapadékvíz beszivárgása és földalatti mozgása szempontjából igen nagy jelentősége van a *hegylábakat borító vastag, hullóporos eredetű takarónak*. Nyugaton ez a takaró típusos lösz, keleten lösz és ún. «vörösagyag» vagy barnaföld, vörösföld (148). Több méteres, helyenként 10—20 métert is meghaladó vastagságban borítja be ez a pleisztocénvégi képződmény a hegylábakat. Likacsos, laza kőzet. Megkülönböztetendő az eruptív kőzeteket borító nyiroktól, amely fizikai tulajdonságaira nézve az agyagféleségekhez áll közelebb, mint a löszhöz. A mésztelen, lösszerű, vörösföldben a víz nehezen mozog. Általában vízzárónak tekintik. E durvalikacsos anyagok sok vizet tudnak elnyelni anélkül, hogy nagyobb mélységig átnevedesednének. Kivehető víz nem áll meg bennük, talajvíz csak a lösz és vörösagyag fekvőjében található. Ott, ahol a löszre és eolikus «vörösagyagra» jellemző függőleges repedések a réteget egész vastagságában átjárják, a víz ugyanúgy, mint a keményebb kőzetekben, le tud hatolni a löszfekvőig. Ez a löszfekvő rendszerint homok, vagy erősen homokos lösz, löszös homok, a magasabb peremeken gyakran kavicsos homok. Ezek mind vízvezetők. A csapadék nagy része a lösszel és vörösfölddel fedett dombokról az erős lejtőkön a felszínen lefolyik. Ott, ahol a dombok lábaira fiatalabb, laza üledékek telepednek, fokozottabb a beszivárgás a talajba.

A dombok belsejében a folyóvölgyek allúviumai a talajvízgyűjtők. Ezek az allúviumok a dombperemeken kiszélesedve ölelkeznek egymással. Így a *hegylábak előtt egy körkörösén futó beszivárgási öv alakul ki*, ahol a talajvíz magasan áll és nagyobb csapadékhullásra a talajvíz szintje rövid időn belül emelkedésnek indul. A hegylábak körüli fiatal peremsüllyedékek a talajvíz felhalmozódását még inkább elősegítik. E süllyedéseknek az Alföld belseje felé eső határát a domborzat nem árulja el, hiszen a térszín teljesen egyengetett. A talajvízmélység azonban kirajzolja a teknők déli határát. A süllyedésekben ugyanis magasan a felszín közelében áll a talajvíz, nedves évszázatokban, időnként majdnem a felszínen.

A talajvíz szintjének helyzete, mélységkülönbségei a földtani elhatárolásokban is segít. Földtani térképeinken a peremek vastag «vörösagyag» és lösztakaróját nehéz elválasztani ugyane képződmények fiatal süllyedé-

kekbe lemosott vagy szoliflukció által lecsúszott részétől. A talajvíztérkép azonban kijelöli a határt a szálban álló vastag pleisztocén takarók és az átmosott anyag között. Előbbiek alatt a talajvíz 10–20 méter mélyen található, utóbbiak alatt 3 m körül, a fiatal teknőkben 1–2 m mélyen.



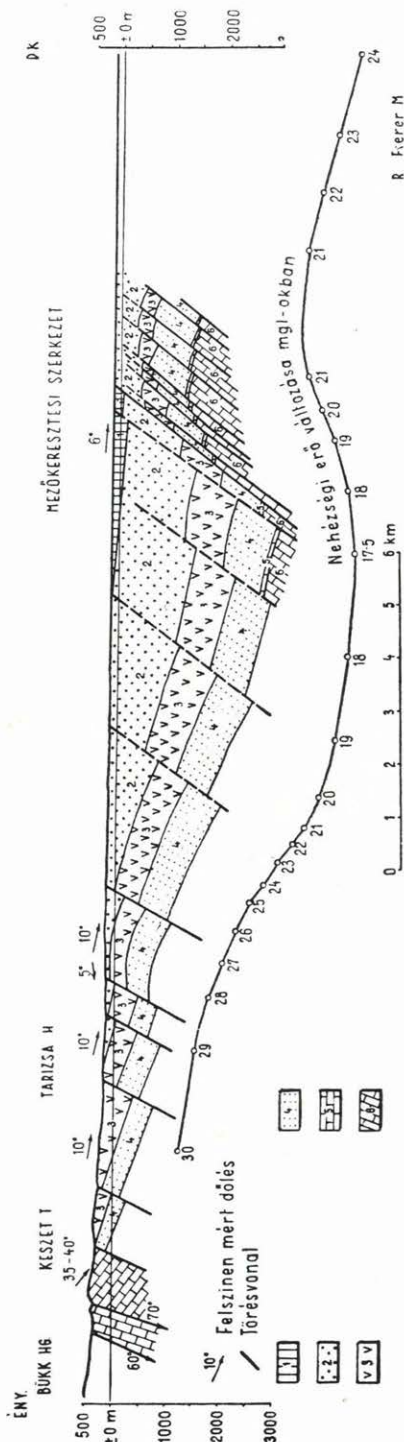
38. ábra

A hegylábi kavicsot, homokot talajvízgyűjtő szivacsterületekként emlegetik. Valószínű azonban, hogy fontosabb talajvíz- és rétegvízgyűjtők maguk a hegységek, főleg a kopár, repedezett, tömör kőzetek. A mészkő karsztvízgyűjtő szerepe ismeretes. De a többi szilárd kőzet is hasonló szerepet játszik. Ezek hasadékaiban eltűnik a csapadékvíz, a lefolyás, párolgás kevés. Az Alföld északi peremén az andezitsziklák, andezit- és riolittufák hatalmas hasadékhálózata óriási vízgyűjtő és víztároló; de ezekben nem alakulnak járatok, barlangok, medencék a víz oldó hatása következtében, hanem a repedezett kőzetekre támaszkodó laza vízvezető anyagok (homokok, törmeléklejtők, kavicsok) fogadják be és vezetik le az Alföld belsejébe a csapadékvizet. A hegy- és dombvidékeken beszivárgó víz a durva törmelékkúpok és törmeléklejtők alatt lefelé áramlik a fekvő homokban és kavicsban és nem a felszín közelében, hanem jóval mélyebb szinteken jut

az Alföld altalajába. A dombokon ez a víz helyenként talajvízként szerepel, mert a felszín alatti első vízréteget adja 5—10—20 m mélységben, vagy még mélyebben. A dombszéleken túl a peremek felszínközeli magas talajvize alá kerül, s itt már «rétegvíz»-ként szerepel. Messzebb bent az Alföldön a pleisztocén és holocén laza üledékekben tárolódó vizet gyarapítja és résztvesz e nagy gyűjtőmedence vizének mozgásában.

Sajnos, ennek az alföldi vízutánpótlás szempontjából igen fontos vidéknek részletes földtani viszonyait a fúrások nem tárják fel eléggé. A különböző céllal mélyített hegyvidéki fúrások nem olyan sűrűek, hogy anyagukat pontosan azonosítani lehetne és teljes szelvényt szerkeszthetnénk belőlük. A mélyfúrások a felszínközeli rétegek pontos vizsgálatát többnyire elhanyagolják, a talajvíz és a vele kapcsolatban álló rétegvizek helyzetének tisztázására sem törekednek. A hegységperem előtti előmélyedést és a rétegek lejtését az Alföld belseje felé a szerkezeti küszöbökön át jól szemlélteti SCHMIDT E. R. egy általános szelvénye a Bükk-hegység és Mezőkeresztes között. (A szelvényt a 39. ábrán közöljük.) A síkvidéki földtani térképező fúrások átlagos mélysége 10 m, ritkán 30 m, s ez a dombperemen a vízvezető és zárórétegek hosszabb távon való nyomkövetésére nem elegendő. (A talajvíz helyzetére vonatkozó részletes térképet lásd a II. mellékleten.)

A dombperemet végigkísérő sekély talajvízállású övezet Hatvan—Hort—Jászárokszállás—Füzesabony Mezőkeresztes—Sajótorkolat vonalán halad. Itt 1—2 m-es mélységben áll a talajvíz a terep alatt, de néha 1—2 deciméterre is felemelkedik a felszín



39. ábra. Vázlatos földtani szelvény a Bükkhegység D-i pereméről (SCHMIDT E. R. szerint)
Jelmagyarázat: 1 pleistocén, levantei; 2 pannóniai; 3 miocén; 4 oligocén; 5 eocén; 6 triász

alá. 2—4 km széles ez az övezet és a folyóvölgyek mentén észak és dél felé kiöblösödik. A *sekély talajvízű területsáv a természetes «mezősegek» öve.* Az állandóan felszínközelben levő talajvíz gazdag fűvegetáció kialakulására vezetett. A táj- és községnevek őrzik is az első települők megfigyeléseit. Itt terül el északi «Mezőségünk» Mezőtárkánytól Mezőcsátig.

Ettől az övezettől befelé haladva, az Alföld belsejében mélyül a talajvíztükör és nagy területeken 3—4 m közötti mélységben találjuk. A felszín ún. ázott «infúziós» lösz, lösziszap, valamivel vastagabb rétegben, mint az előző sávon; az Egerpatak és Zagyva között néhány folton futóhomok. A mélyedésekben szikesek vannak. A Tisza mentén keskeny sávban az



3. kép. A Mátra—Bükk déli lábai előtt a peremsüllyedék területén a talajvízállás igen magas. 1953. telén a talajvíz a felszínig nyomult és a csapadékvízzel együtt elöntötte a községek környékét. Egerlövő, 1953. január 21-én. (Rónai A. felvétele.)

ártereken, a patakok betorkollása körül sekélyebb talajvizet találunk (2—3 m között). Egyébként a Tisza közelében is 3—4 m mélyen van a talajvíz, sőt a folyót kísérő homokdombokon 4—6 méter körül. A tarnamenti nagy homokkaréjon és a Zagyvát—Galgát követő homokdombokon szintén mélyebben áll a talajvíz, a domborzati viszonyoknak megfelelően. A kutakat a mélyedésekbe telepítik s itt is 4—5—6 méterre kapják meg a vizet.

Az Alföld északi szélének talajvíztérképén legfeltűnőbb folt a Zagyva—Tisza köze, ahol fiatal réti agyag és szikes alatt a talajvíztükör átlagos mélysége 6—8 m-re süllyed, egyes helyeken a 10 m-t is meghaladja. Ezt nem tulajdoníthatjuk a Tisza és Zagyva leszívó hatásának, mert a két folyó partjainak közelében ismét közelebb (4—5 m) áll a felszínhez a víz. A Tisza Tiszafüredtől Tiszaroff felé délnyugati irányba tartva, ez előtt a területrészt előtt hirtelen irányt változtat és déli, sőt délkeleti futással megkerüli e területet s annak déli határán fordul vissza Ny, majd DNY felé Szolnokhoz.

A Tiszántúlon a Nagykúnságon és Hajdúságon vannak ilyen mély foltok a talajvíz elhelyezkedésében, ott szerkezeti okokat lehet felhozni magyarázatukra. Idősebb pleisztocén agyagok vannak magas helyzetben, közel a felszínhez, bennük mélyen áll a víz s ezekhez támaszkodnak köröskörül a fiatalabb, lazább üledékek, amelyekben a talajvíz a felszínhez közel van.

Az Alföldperemtől É-ra, a dombvidékeken a lösz- és «vörösagyag»-takarók alatt hirtelen mélyül a talajvíz terepalatti szintje és a kutak a községekkel együtt a hegyvidékbe benyúló völgyperemekre költöznek. Azért itt csak az allúviumok széléről, az alacsony peremekről, teraszokról van adatunk. Ahol valamilyen különleges oknál fogva a községek a lapos dombtetőkre költöztek, 20—30 m mélységű kutakat találunk (nem ritkán mélyebbeket is) s bennük hasonló mélységben a víztükröt. Összefüggő talajvíztükröt itt nem rajzolhatunk, nem is kereshetünk, mert többféle vízáadó réteg játszik szerepet, azonosításuk a kutakkal ritkán feltárt területen nem lehetséges.

A talajvízszint tszf. abszolút magassága nagy vonalakban a domborzatot követi. A finom eltérések az erős domborzatú területen nehezen térképezhetők, mivel a kutak pontos szintezési adatai nincsenek meg.

A Mátra és Bükk előterén délkeleti irányban erőteljesen lejt a felszínnel együtt a talajvíz szintje. Kb. a 100 m-es domborzati szintvonalnál enyhül az esés, és a Tisza felé menedékesse, majd nagyon gyengévé válik. A hegyláb egész hosszúságában nagyjából egységesen viselkedik. Ha azonban északról dél felé haladva a domborzat finom rajzát vizsgáljuk, azt tapasztaljuk, hogy a szintvonalak helyenként megritkulnak, majd újra sűrűsödnek. Nagyon enyhe boltozódások jelzik a peremsüllyedék déli határát. A felszíni vizek észak felől jövet kerülgetik ezeket a küszöböket. Erdőtelek, Besenyőtelek, Borsodivánka, Szentistván, Mezőcsát vonalán látszik kialakulni egy ilyen küszöb. Az Egerpatak nagy vargabetűvel vágja át magát rajta. Gyengébb vízerek annak déli oldaláról indulnak a Tisza felé.

A Jászság talajvíztükre különálló öbölként jelenik meg. A felszíni és földalatti víz egyaránt a medenceközpont — Tarnaörs—Jászdózsza tája — felé igyekszik. Innen kerülővel Jászberény felé folyik a víz, s kikerüli azt a különleges zugot, amely Újszász—Jászládány—Tisasüly között van, s amelynek felszín alatti mély talajvízéről már megemlékeztünk.

A Sajó—Hernád-kapu és a Tisza közötti területet (Mezőcsát vidéke és a Taktaköz) kis szintesésű, nagy talajvíztavak foglalják el.

Igen fontos volna ezen a területen a talajvízjárás menetének hosszú évsorra visszamenő, pontos adatait ismernünk. Sajnos nagyon kevés régi talajvízfigyelő kút működik ezen a vidéken s így a talajvízjáték alakulására összefüggő képet kapni nem lehet. Az Alföld talajvízgazdálkodása szempontjából viszont az északi Alföldperem kulcsterület. Minden eszközzel törekedni kell itt a talajvízviszonyok tisztázására. Ez vezette a Földtani Intézetet arra, hogy az ásott kutak és a talajvízszint általános térképezése (1951) után legalább egy nyáron át részleges talajvízjáték-megfigyelést végezzen az Alföld északi peremén és ennek eredményeit az 1951. évi föld-

tani térképezés és fúrások adataival egybevetve, a talajvízmozgásokra nézve tájékozódást szerezzen. Erre az észlelésre 1953 márciusától szeptemberig került sor. Ez idő alatt a Jászságtól a Bodroghözig terjedő területen 280 kútban figyeltük naponta a talajvíz ingadozását párhuzamosan a csapadékhullással és a folyók, patakok vízjárásával. A gyűjtött adatokat igyekeztünk beállítani abba a képbe, ami a VITUKI által kezelt kutak vízszintjatekéből 10—15 évi figyelés alapján kiadódott.

Legerőteljesebb a talajvízszint ingadozása a Tisza mellett, különösen olyan helyeken, ahol az ártérnek szűkületei vannak. Tiszalucnál 8 m, Polgár mellett 7 m, Tokajnál 7 m az ingadozás amplitúdója. Ilyen erős mozgást azonban csak a parthoz közel találunk. 2—3 km távolságra a mozgás 5—4—3 m-re csökken s ezzel belesimul a folyótól távolabbi területek rendes vízszintingadozásába. A dombperem talajvízövezetében még nagyobb a vízjáték.

A dombvidéken a talajvízjárás igen sokféle, mértéke is nagyon különböző. Összefüggő kép erről nem rajzolható, de meg kell állapítani, hogy a folyóvölgyekben és azok peremén kicsiben hasonlít a talajvízmozgás a síksági területekéhez és attól a helyzettől függ, amelyet a kút a folyó közelében, vagy az ártér szélén, a dombperemen elfoglal. A dombokon a talajvíz szintje és mozgása a földtani felépítés szerint más és más. Legnagyobb talajvízjátékot ott találunk, ahol a talajvíz tömör közetek hasadékaiban áll az erózióbázis felett. Eger környékén riolittufa hasadékaiban telepített kutaknál többször 10 m-es ingadozás is előfordul. Hasadékok az agyagot is átjárják s bennük a vízmozgást mind függőleges, mind vízszintes irányban lehetővé teszik.

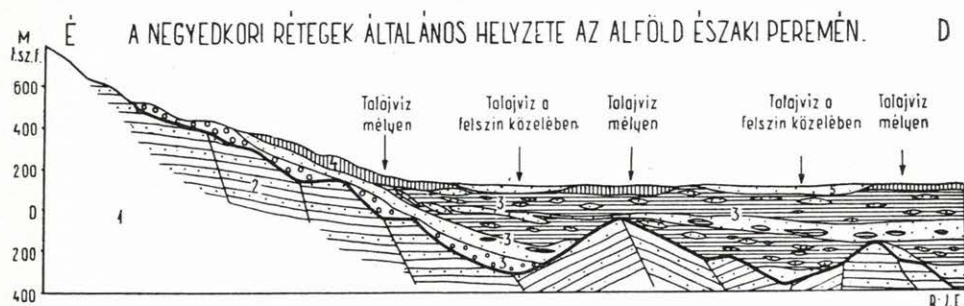
A Bodroghözben a talajvíztartó összefüggő nagy kavicsmező. A víz szintje nem ingadozik erősen — kivéve ahol a kavicsra vagy a kavicságyba vastagabb homok vagy iszap települt — és a helyi csapadék hatása mellett a vízjátékban a távolabbról jövő áramlások jelentős szerepet játszanak.

A napi vízjárásgörbék tanulmányozása azt mutatja, hogy az Alföldperemen a kutak nagy részében a vízszint a lehulló csapadék hatására gyorsan emelkedik. Az apadás mindig sokkal lassúbb. A görbék azonban azt is mutatják, hogy nemcsak a lehulló csapadék közvetlen beszívargása hat a talajvíztükörre, más tényező is szerepet játszik, s ez elsősorban a talajvíz oldalirányú áramlása, vagyis a földalatti utánpótlás és elfolyás. Országos esőzések a dombokon, peremen és síksági részekén egyaránt megduzzasztják a talajvizet ott, ahol az a felszín közelében áll és zárórétteg nem borul föléje. A mozgás nagysága és élénksége a vezető közet tömörségétől, szemcseeloszlásától, hézagterfogatótól, vastagságától és a zárórétegek helyzetétől függ. A vezető közeg általában laza közet: kavics, durva homok, nagy területeken azonban finom homokban és iszapban áll és mozog a víz, ritkábban agyagban és löszben, vagy akár repedezett tömör vízrekesztő kőzetekben is. *Agyagban és agyagos homokban, iszapban járatokat épít ki a talajvíz, ezekben gyorsan mozog, gyorsabban, mint a kavicsban, vagy egyéb durvaszemű laza anyagban.*

Az eddigi kutató fúrások sajnos a talajvíz és egyéb felszínközeli vizek

jelentkezésére, összefüggéseire, mozgásuk kinyomozására nem voltak különös figyelemmel. Nehéz is a különböző víztartó rétegeket nyomon követni. Ezért nem tudunk olyan földtani szelvényeket közölni, amelyek területünkre nézve felvilágosítást adnak. A víztartó és vízrekesztő rétegek lefutásáról és a hegyvidékeken beszivárgó víznek az Alföld belsejébe való levezetéséről tanúskodnak MIHÁLTZ ISTVÁN és SÜMEGHY JÓZSEF 1951. évi térképező fúrásai és szelvényei. Sajnos, a talajvízadatokat a szelvényrajzok nem közlik (99, 151).

A szelvényekből és talajvízviszonyokból az tűnik ki, hogy a dombperemek előtti mélyedések holocén feltöltésének felszínközeli talajvíze és messzebb az Alföld belsejében jelentkező talajvizek nem ugyanazon víz-



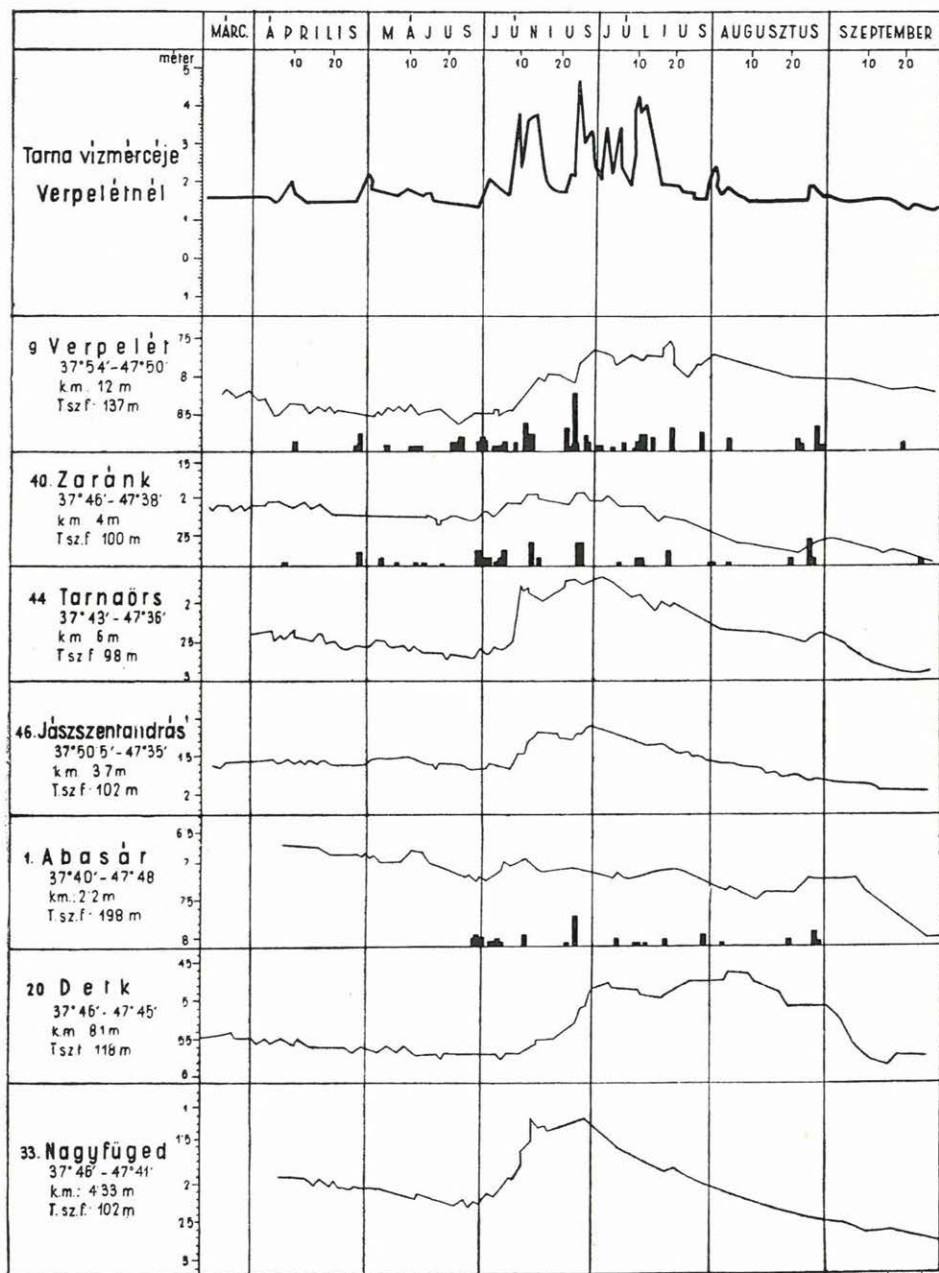
42. ábra.

Jelmagyarázat: 1 alaphegység; 2 harmadkori fedő (agyag, homok, homokos agyag); 3 pleisztocén rétegek (kavics, homok, agyag); 4 pleisztocén lösz; 5 holocén iszap, homok

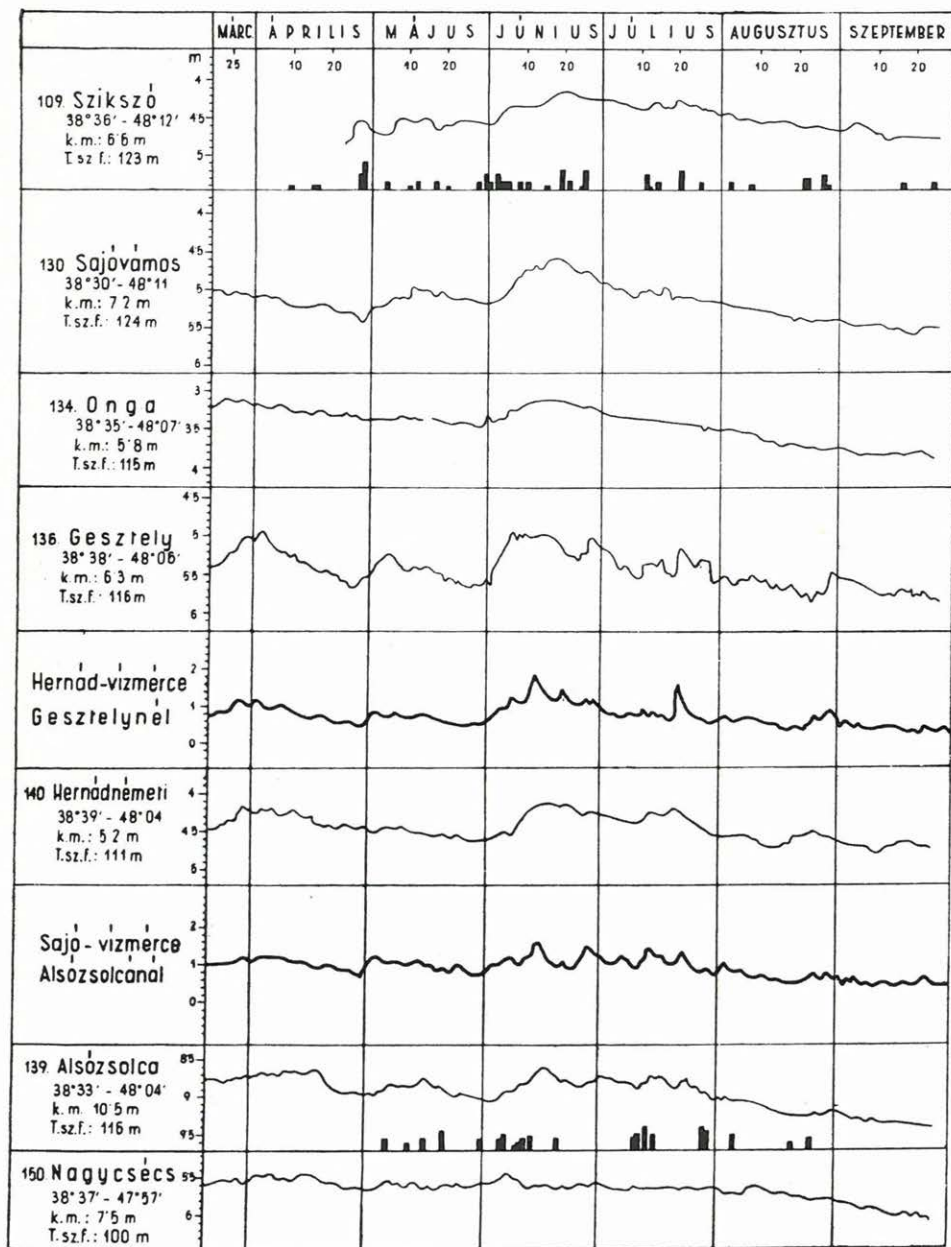
tükrökhöz tartoznak. Az Alföld belsejének talajvizei a felszín alatt mélyebben, mint 2., 3. és további víztartó rétegek vizei vonulnak le, és a mélyebb szintek vizét gyarapítják. Onnan a nagyobb rétegnomásnak engedve emelkednek az Alföld belsejében a lazább rétegeken át, a zárólencsék közt vagy azok hasadékein, hézagain a felszín közelébe. A fiatal peremsüllyedékek felszínközeli vize állandó érintkezésben van a helyi csapadékvízzel és a dombokról lefolyó és leszivárgó vízzel. Messzebb, az Alföld ölén, a talajvíz — különösen ha tükre mélyebben fekszik a felszín alatt és löszös agyagos rétegek borulnak föléje — nem érintkezik a helyi csapadékvízzel, hanem messziről kapja utánpótlását oldaláramlásból és felfelé szivárgásból. A mellékelt általános szelvényvázlaton (42. ábra) próbáljuk a viszonyokat érzékeltetni.

Néhány grafikonsor szemlélteti (43—44. ábra) az 1953. évi vízjátmérések eredményeit. A márciustól szeptemberig naponta mért 280 kút közül 20-at válogattunk ki a talajvízállásváltozások bemutatására.

Az első kútsor a Gyöngyöspatak mentén Abasártól a pataknak a Tarnába való betorkollásáig szemlélteti a viszonyokat. A magas peremen, vastag pleisztocén lösztakaró alatt a talajvíz tükre a tavaszi magas állásból fokozatosan süllyed, a helyi nyári csapadék kevés zavart okoz. Lent a dombperem előtti síkságon Detk és Nagyfűged kútjában holocén homokos lösziszapban a talajvíz szintje teljesen a nyári csapadék és a felszíni vizek



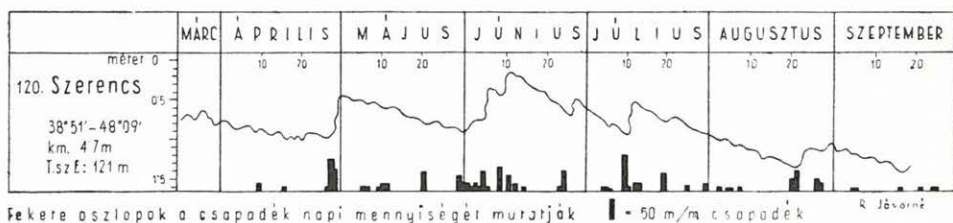
43. ábra. Talajvízjáték a Mátra alján, 1953.



44. ábra. Talajvízjáték a Sajó—Hernád völgyében. 1953.

játékának hatása alatt áll. A júniusi esőzések a tavaszi magas vízállásnál is magasabbra emelik a talajvíz szintjét. Aszerint, hogy a lecsapoló folyókhöz közelebb vagy távolabb, szintben azonos helyzetben, vagy magasabban van a kút, a csapadékhullással és a patakok magas vízével egyidejűleg jelentkezik a magas talajvízállás ugrásszerűen, vagy késleltetve és elnyújtva. Előbbire példa Nagyfűged, utóbbira Detk kútja.

A második kútsor a Tarnát kíséri Verpeléttől Tarnaörsig, illetve távolabb Jászszentandrásig. Összehasonlításul a Tarna vízmércéjének vízállásgörbéjét is közöljük Verpelétnél. E folyó völgyében a kiválasztott, figyelt kutak mind a nyári csapadék és a felszíni vízfolyások hatását mutatják. Júniusban vízszintjük emelkedésnek indul. A figyelt kutak közelében levő csapadékállomások adatait is közöljük.



45. ábra. Talajvízjáték a Hegyalján. 1953.

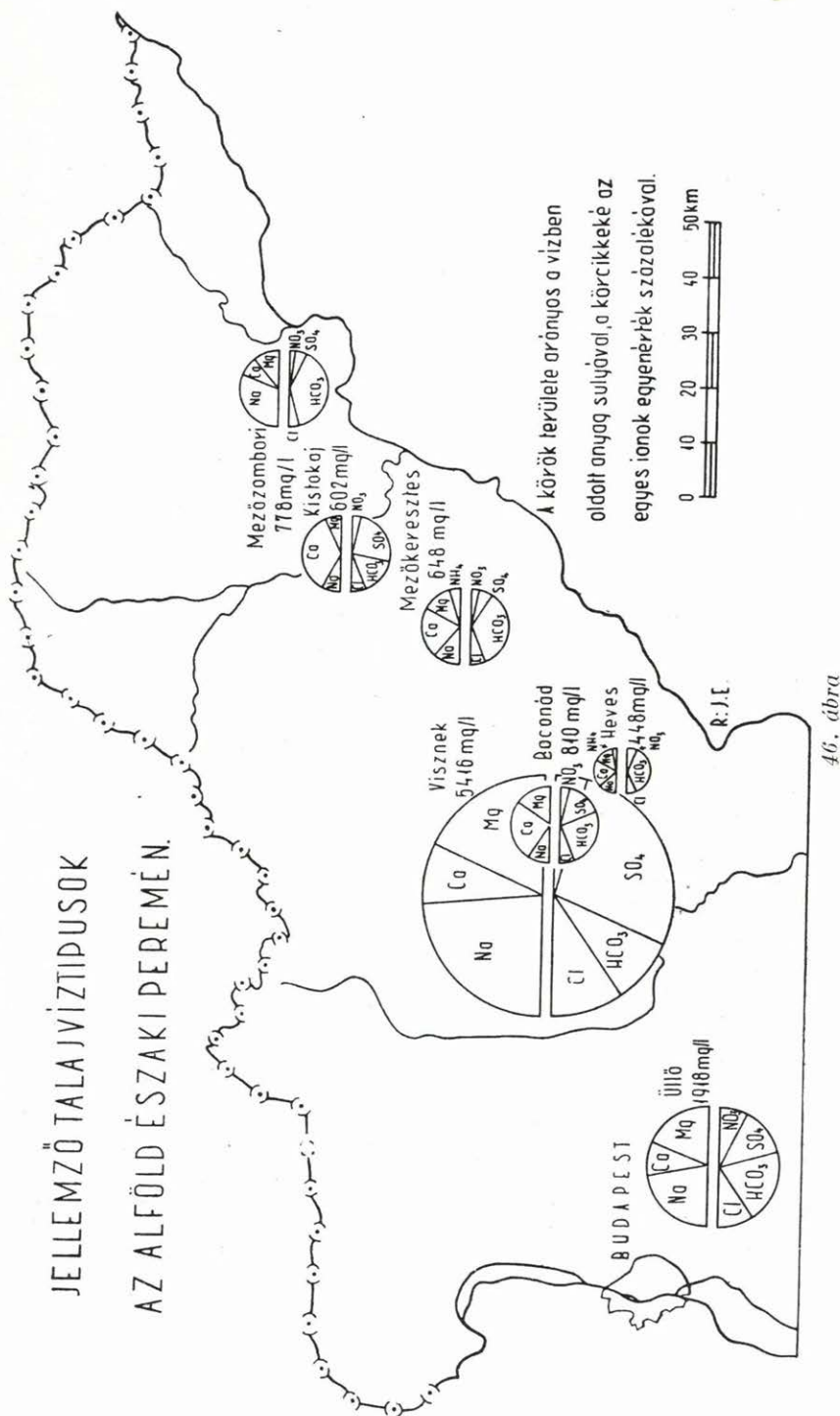
A harmadik kútsor a Sajó és Hernád völgyét és a két folyó között kíséri végig Szikszótól Nagycsécsig a Tisza közelében. Mindegyik kútnál jelentkezik a nyári csapadék talajvízszintemelő hatása: minél távolabb vannak a folyóktól, vagy magasabban az alluvium felett, annál gyengébben.

A Sajó völgyétől keletre a szerencsi kút vízjárásgörbéje szemlélteti a dombperemen erős csapadékh hatás alatt álló talajvízkutak vízszint-játékát.

Az Alföld északi peremén a talajvíz vegyi összetétele tekintetében következő a helyzet: a hegyperem kútjaiban közepesen ásványosodott vizet találunk 1000 mg/l körüli összes oldott anyaggal. Elterjedt a kalcium-hidrokarbonátos víz. Mellette a kalcium- és magnéziumsulfátnak van nagyobb szerepe az oldatokban. A nátrium általában kevés a dombvidéki vizekben, csak a Mátra körüli eruptív területen emelkedik súlyaránya. Gyöngyös körül és a Jászságban több vízmintában a NaCl uralkodik, másutt a konyhasó és magnéziumsulfát egymáshoz hasonló súlyarányban szerepel a vizekben. A konyhasó rendszerint egyéb oldatokban is dús vizekben jelentkezik kiugró értékkel. A völgyek alluviumában hígabb oldatokat lelünk, kivéve a Sajóvölgyet, ahol a mesterséges szennyezés nagyarányú.

A peremsüllyedék teknőiben ott, ahol a talajvíz szintje a felszín közelében van és megvan az érintkezés a helyi csapadékkal, igen csekély ásványi anyag tartalmú, híg oldatokat találunk. Az összes oldott anyag mennyisége literenként csak néhány száz mg, és ez alól alig van kivétel. A víz jellege

JELLEMZŐ TALAJVÍZTÍPUSOK AZ ALFÖLD ÉSZAKI PEREMÉN.



mindenütt kalciumhidrokarbonátos. Ez a talajvízmező a dombok lábán a Mátra aljától a Bodrogekig terjed.

Egészen más a talajvíz a *Jászág délkeleti részén*, a mélyen elhelyezkedő talajvíztükrő területén. Itt egyszerre több ezer mg-ra nő literenként az oldott anyag súlya, és kiugró helyet foglal el a kationok sorában a nátrium és magnézium. Az anionok közül a szulfát vezet (magnéziumszulfátos és nátriumszulfátos vizek), de mérkőzik vele a kloridok súlyaránya. Meglepő itt és néhány más alföldperemi kútban a nitrátion (NO_3) feltűnő nagy aránya. Olyan általános és olyan nagymérvű ennek a más vidék vizeiben csak nyomokban található ionnak a jelentkezése, hogy felszíni szerves szennyezésre nem gondolhatunk.

A Tisza partján egy-két dúsan ásványosodott vízmintát gyűjtöttek. Ezek vagy helyi különlegességek, vagy a tiszamenti pleisztocén szigetekkel vannak összefüggésben. A peremeken nem egy helyen elég magas

5. táblázat

Község	Na	Ca	Mg	NH_4	Cl	HCO_3	SO_4	NO_3	Szil. mar.	Össz. kem.	Lú- gos ság
mg/liter											
Detk	7	42	4	—	—	122	15	24	256	6,8	2,0
Markaz	23	56	15	ny	4	293	ny	8	318	11,2	4,8
Görömbölytapolca	8	110	4	—	1	348	6	21	320	16,4	5,7
Kerecsend	36	62	13	ny	16	299	19	2	338	11,7	4,9
Ostoros	25	99	26	ny	13	427	22	24	440	19,9	7,0
Tibolddaróc	22	70	12	ny	20	189	60	68	474	12,7	3,1
Heves	—	72	37	ny	14	494	56	7	488	24,7	8,1
Vámosgyörk	26	69	41	ny	15	372	44	34	496	19,1	6,1
Mezőkövesd	31	118	16	ny	25	311	73	55	576	21,3	5,1
Sajókeresztúr	—	127	27	ny	10	397	128	34	580	23,9	6,5
Egerbakta	29	128	33	ny	15	555	50	34	588	25,2	9,2
Tarnaszentmiklós	72	86	50	ny	13	622	36	21	620	23,6	10,2
Mezőkeresztes	59	110	40	ny	33	549	25	61	648	24,7	9,0
Mezőtárcány ²	41	93	39	ny	28	470	12	23	670	22,0	7,7
Tarnamária	119	105	53	ny	131	610	19	7	804	26,8	10,0
Gyöngyös ³	78	129	33	ny	75	473	134	55	876	25,6	7,7
Jászivány	219	60	61	ny	95	450	75	65	1010	22,5	12,3
Besenyőtelek ¹	167	119	61	ny	38	619	341	10	1112	30,7	10,1
Felnémet ⁴	66	219	51	ny	142	671	281	175	1594	42,3	11,0
Eger	103	267	53	—	115	433	460	173	1628	49,6	7,1
Jászapáti	399	52	63	—	72	1068	116	196	1680	21,7	17,5
Tiszanána	—	266	98	ny	95	640	803	3	2186	59,7	10,5
Gyöngyös ⁶	172	286	69	—	183	546	410	458	2256	56,0	9,0
Pusztatenk	—	184	247	ny	338	836	452	604	2446	82,5	13,7
Emőd	412	235	120	—	288	787	431	594	3000	60,6	12,9
Visznek	857	226	360	—	675	659	2050	350	5416	111,4	10,8
Jászárokszállás ⁵	1180	267	548	ny	1162	799	1640	1678	8286	163,4	13,1
Jászárokszállás ⁷	630	658	620	0,15	1174	561	1690	2115	9500	234,6	9,2

¹ Kálium 16 mg/lit.² Kálium 64 mg/lit.³ Kálium 55 mg/lit.⁴ Kálium 202 mg/lit.⁵ Kálium 82 mg/lit.⁶ Kálium 130 mg/lit.⁷ Kálium 456 mg/lit.

káliumtartalmat találunk. Felnémet tanácsházának kútjában pl. a kálium-ion mennyisége 202 mg/liter, Zsiliz egyik kútjában 208 mg, Jászárokszálláson egy kútban 456 mg, egy másikban 206 mg, Gyöngyösön 130 mg, Egerben 113 mg/l. Másutt a kálium általánosan a nátrium mellett elenyésző szokott lenni.

Néhány vizelemzés adata az Alföld É-i pereméről az összes oldott só (szilárd maradék) mennyiségének növekvő sorrendjében az 5. táblázatban található.

6. A Tiszántúl északi fele

1953-ban a Tiszántúl északi részén, a Nyírség, Hajdúság és a Tisza jelenkori nagy árterein folyt a földtani térképezés és ezzel párhuzamosan a talajvíztérképezés. Ez a terület gazdasági tervezéseink homlokterében áll, mezőgazdasági fejlesztési programunk, jónéhány víziépítkezésünk és egyéb építkezéseink a talajvízviszonyok részletes ismeretét különösen fontossá teszik. De igen fontos ez a terület a Duna—Tisza között jelentkezett általános problémák további tanulmányozása szempontjából is. A Duna—Tisza köze északon érintkezik a monor—irsai pannóniai hátsággal és csak a terület déli fele emelkedik ki szigetként a két folyó völgyéből. A *Nyírség területe mindenfelől tisztán körülhatárolt domborzati sziget*, különállóságával a talajvízviszonyok alakulásának tanulmányozására különösen alkalmas. A Duna—Tisza közti, kisalföldi és észak-tiszántúli talajvíztérképek a magyar medence talajvízviszonyaira sokoldalú és összehasonlításokra alkalmas tájékoztatást nyújtanak. Az Észak-tiszántúl ebből az együttesből is kiválik változatosságával és földtani, valamint hidrológiai tanulságaival.

A Nyírség homokszigete a Tiszántúl síkjából 30—40 m magasra emelkedik ki. Hullámos, nagyjából észak—déli keskeny völgyekkel tagolt felszín. Legmagasabb része Nyírbátor és Nyíradony közé esik, ahol eléri a 180 m tszf. magasságot. A homokot nagyjából északról, de az erdélyi hegyekből is a pleisztocén kor folyói hordták ide. Most egyedül délkeleten érintkezik idősebb felszíni képződményekkel, lösszel és «vörösgyaggal» fedett pannóniai dombokkal; egyebütt egészen fiatal pleisztocénvégi és holocén üledékek veszik körül. A homokfelszín pereme a keleti oldalon meredek és magas. Itt határolja a legfiatalabb süllyedék, az Ecsedi-láp. A Kraszna és Szamos folyó 110—120 m tszf. magasságban fekvő síkjából hirtelen emelkedik a térszín 140—150 m magasra és a hosszú észak—déli peremfalat csak egészen friss és rövid völgyek és vízmosások csipkézik ki. A Felső-Tisza, Szamos és Kraszna síkja K-ról Ny-ra lejtő nagy kavics- és homokmező, amelyre K-ról Ny felé és É-ről D-re vastagodó, finomabb ártéri üledék, iszap és agyag telepedett. E síkságtól D-re és DNy-ra az Ér völgye különíti el a Nyírséget az erdélyi domboktól. Ez a mindkét oldalán meredekfalú árok 100—110 m magasán fekszik a tenger szintje felett.

A Nyírség homokszigete észak—déli irányban elnyújtott. Teteje délkeleti részén, tehát Nyíradony—Nyírbogát táján van. Innen vízválasztó húzódik nyugat felé Hajdúbozsörmény irányában. Ettől a vízválasztótól

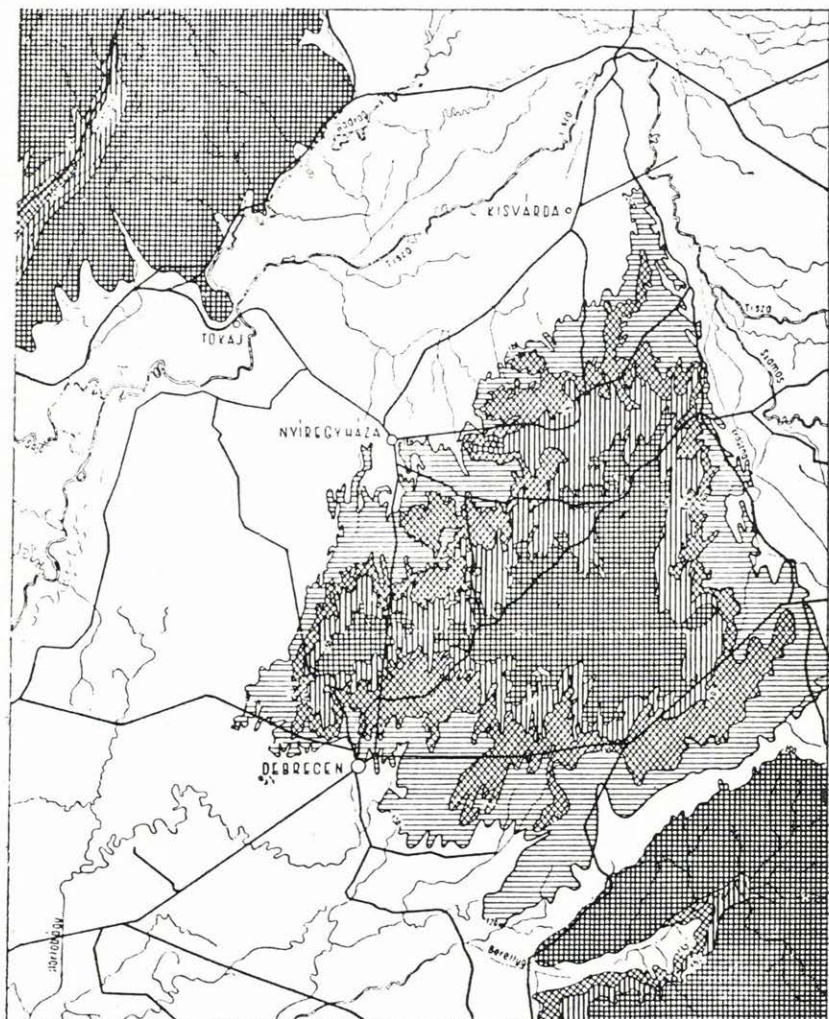
észak és dél felé menedékesen lejt a dombság. Hosszabb szakaszú erózió véste ki itt a völgyeket, egyrészt a Tisza és a Bodrog, másrészt a Körösök felé. E völgyek sűrűn behálózzák a Nyírséget, hosszú és merev vonalakban elnyúlnak a vízválasztóig. Az észak—déli völgyek nagyjából meg egyeznek a régi pleisztocén völgyirányokkal. Ma ezekben állandó vízfolyás alig van. Nagyobbrészt elhalt völgyek, keskeny iszapos, tőzeges folyosók, mésziszapos, gypvasérces kiválásokkal.

A homokdombok anyaga gömbölyített szemű futóhomok, de csak foltokban laza és ma is mozgó. Sokkal nagyobb területet foglal el a kötött homok. A Nyírség mélyén sok a vaskiválásos, humuszos, kötött, savanyú homok, a széleken mindenütt jelentkezik a lösz is, mint kötőanyag. A futóhomok vastagsága néhány métertől 20—30 méterig terjed. Alatta folyami homokot találunk, iszap- és agyagrétegekkel elég sűrűn váltakozva egy-kétszáz méter mélységig.

Merev a homok határvonala nyugat felé is, de kiemelkedő domborzati határ nincs. A homoksziget peremére itt lösz telepszik és elsímitja a térszínkülönbségeket. A domborzati lépcső a lösztábla Ny-i szélén, a Tisza jelenkori árterénél jelentkezik; Hajdúböszörmény és Debrecen között elég meredeken, ettől a szakasztól északra és délre menedékesen, sok szigettel, félszigettel. Nyugat felé tartó hosszabb völgyek a Nyírség homokján nem alakultak ki.

Az Észak-Tiszántúl legmagasabb része a nyírségi homokdombok területe. A hajdúsági löszhát adja a domborzatban a következő lépcsőt, a holocén árterek magasabb — ma száraz — részei a további fokozatot, végül az árterek időszakosan vízzel borított, mocsaras mélyedései a legalacsonyabb szintet. A Nyírség magasabb részei 150 m tszf. magasságon felülemelkednek. A Hajdúság 130—140 m magasán fekszik a tenger szintje fölött (Hajdúböszörmény—Hajdúszoboszló—Debrecen között). Ez a szint menedékesen megy át a nyírségi homokba. A holocén árterek felé erős a lejtés. Kb. a 100 m-es szintvonal mentén lépünk át a hajdúsági tájból a Hortobágy területére, és 90 m-en alul vannak a ma is vizenyős árterek. A hajdúsági lösztábla határai több helyen bizonytalanok, mert az erózió és feltöltés eléggé egyengette a felszínt, az átmenet fokozatos és anyagban sem különböztethető meg könnyen az eredeti lösz (amelyet agyagos, tömött volta miatt infúziós lösznek neveznek) az árterek holocén lösziszapjától. Egyes újabb térképek (SÜMEGHY J.: Tiszántúl) legfelsőbb pleisztocén és óholocén löszként nem is választják külön a Hajdúság löszét az ártéri löszöktől. A talajvíztérkép azonban módot nyújt az elhatárolásra, mert az eredeti lösztábla alatt a talajvíz szintje mélyebben áll, mint a holocén ártereken.

A Tisza síkja a bodrogi közti szakaszon 90—100 m tszf. magasságban övezi a Nyírséget és a Rétköz mély öblével benyúlik a homok- és löszterületek közé. A felszínt öntéshomok és iszap borítja, alatta homok- és iszaprétegek sorakoznak. Kavicsot csak beljebb, a Bodrogi közben és mélyebben találunk. Tokajtól és a tiszalöki kanyartól délre nyílik a Hortobágy finom lösziszappal, öntésiszappal, öntésagyaggal feltöltött síksága kb. 90 m tszf. magasságban.



47. ábra. A Nyírség domborzati szigete.

Jelmagyarázat: kockázva: tszf. 150 m-nél magasabb térszín; függőlegesen vonalkázva: tszf. 140—150 m közötti térszín; ferdén kockázva: tszf. 130—140 m közötti térszín; vízszintesen vonalkázva: tszf. 120—130 m közötti térszín; üres: tszf. 120 m-nél alacsonyabb térszín

A nagyobb települések a Nyírség szélére költöztek. A határterületek változatos gazdálkodásra adnak lehetőséget és sűrű mezőgazdasági népességet tömörítenek. Helyi jelentőségű vásárvonal is húzódik a homok- és löszterületek határán: Debrecen, Hajdúböszörmény, Hajdúdorog, Nyíregyháza, Kisvárdá. Egyébként a Nyírségnek a Tisza felé néző északi része sűrűn lakott, közepe és délkeleti része gyér népességű. Az ivóvizet és az állattartáshoz szükséges vizet az egész területen általában a talajvíz szolgáltatja. Az ártézi kút kevés. *Az egész Nyírség területén és közvetlen környékén 1953-ban mindössze 2600 fúrt és artézi kút volt, 85 000 ázott kúttal szemben.* De éppen a Nyírség peremein, a nagyobb települések körül, a talajvíz szintje sokhelyt nagyon mélyen áll és a vízadó réteg kevés vizet tart. Ezért a nagyobb településeken és városokban több a fúrt kút. A 2600 fúrt és artézi kútból 1200 van három városban: Debrecenben, Nyíregyházán és Kisvárdán, mindössze 1400 a terület többi részén.

A kútsűrűségi térkép mutatja a talajvízmegfigyelési helyeink sűrűségét, eloszlását, és egyben a települések képét. A Nyírséget sűrű, apró községek népesítik be, külterületi lakott hely, szétszórt egyes tanya aránylag kevés van. Az apró községek azonban olyan közel vannak egymáshoz, hogy a kutak az egész terület talajvízviszonyairól jó és részletes tájékozódást adnak. Apró községek sűrűn hálózák be a szatmári síkságot, és a Tisza—Szamos között. Ugyanez a helyzet a Bodroghözben és az északi Tiszamentén.

Egészen különleges települési képpel és kútsűrűséggel jelentkezik térképünkön a Hajdúság. Itt a nagyobb hajdú városok körül a tanyák tízezrei sűrűn és egyenletes hálózatban megülik a területet, és talajvíz szempontjából a kutak a legrészletesebb tájékoztatást adják. Ezek szántóföldi gazdálkodásra beállított termékeny földek. A lösztábla a kútsűrűségi térképen jól körülhatárolható (3. ábra).

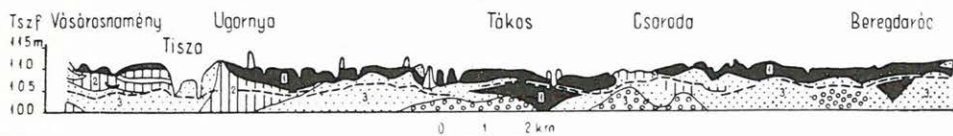
A Hortobágy lakatlanságával virít. De a külterületi kutak behálózák a nagy legelőket, ha gyér hálózatban is. Arra elegendők, hogy a talajvíztükör helyzetét itt is megbízhatóan térképezhessük. A nagy legelők határa is szépen kiadódik a kútsűrűségi térképből. A Tiszamentén megjelennek az ártérből kiemelkedő lösz- és homokszigetek s azokon a községek. Térképünk déli széle a Nyírséget körülölelő löszövezet település- és kúthálózatát mutatja. A délnyugati sarok sűrű kúthálózata a nagykünsági lösztábla kezdetét jelenti. (Lásd az egész Észak-Tiszántúl kútsűrűségi térképét a 3. ábrán.)

A talajvíztükör a Nyírség szigetét keletről övező Tisza—Szamos síkon a tenger szintje fölött 100—110 m magasan áll, terepszint alatti mélysége 3—4 m. Az Ecsedi-láp területén a talajvíztükör 1—2 m, a folyókat kísérő magasabb partokon 6—10 m mélyen áll a felszín alatt. A víztartó réteg kavics és homok. Néhol a felszínen is kibukkan a kavics, nagyobb részt azonban finomabb szemcséjű iszap, gyakran erősen vízrekesztő iszapos agyag takarja.

A talajvíztükör csak kis foltokon nincs nyomás és zárófedő alatt. Eszerint, ha csak a szabadtükrű talajvízszintet nevezzük talajvíznek, a terület nagy részén talajvíz nincsen. Ugyanez a helyzet a Tiszántúl leg-

nagyobb részén. Ezért a talajvíznek más meghatározását kell adnunk, hogy az összetartozó felszínközeli teljes vízrendszert együtt tárgyalhassuk.

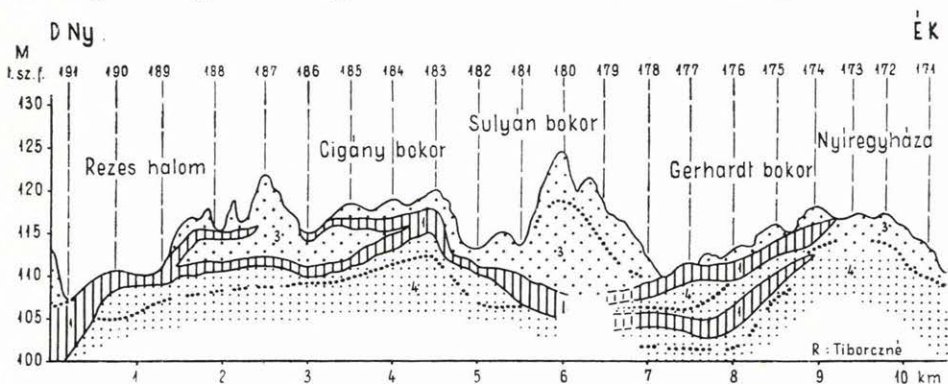
A Nyírségen a futóhomok változó vastagságú. Néhány métertől többször 10 m vastagságú a gömbölyített szemű homok, alatta rendszerint folyami homok következik és 100–150 méterig homok, homokos agyag,



48. ábra. A beregi síkság talajvize. 1953.

Jelmagyarázat: 1 agyag, iszapos agyag; 2 iszap, lösziszap; 3 folyami homok; 4 kavics; szaggatott vonal: talajvíz szintje

iszap, pleisztocén folyami üledékek váltják egymást sűrű rétegzésben. Észak—déli irányú keskeny völgyeiben öntésiszapban, tőzeges, lápos üledékekben a talajvizet a felszínhez közel találjuk. Ámde a homokdombokban is meglepően magasán a felszínhez áll a talajvíztükör. Csak ahol a relatív magasságkülönbség nagy, a több oldalról mélyebb vályúkkal körülvett keskeny és magas homokgerincekben és csúcsokban nem érjük el 10 m-es



49. ábra. Nyírségi szelvény.

Jelmagyarázat: 1 lösz; 2 löszös homok; 3 futóhomok; 4 folyami homok. A pontsor a talajvíz szintjét jelöli

fúrásokkal a víztükört. Egyéb helyeken néhány méteres mélységben követi a felszínt 160–170 m tszf. magasságig. *Feltűnő a homokban a talajvíz magas állása olyan helyeken, ahol a fúrások a felszínhez közel, a beszivárgó csapadékvíz leszivárgását megakadályozó vízrekesztő réteget nem találnak.*

Nyíradony—Nyírbélték—Nyírbogát között, a Nyírség tetején, 2–3 m mélységben találjuk meg a talajvíztükört, és csak egyes kiemelkedő bukákból mélyebben. Nyíradonytól és Nyírbéltéktől délre azonban, Nyíracsad irányában, nagyobb, mély talajvízfolt van, 4–6 m átlagos vízzinnel. Mély talajvízszint jellemzi a Nyírség keleti szélét is. Mátészalkától északra, a záhonyi Tiszakanyarig 4, majd 6 m-re süllyed a talajvíztükör átlagos

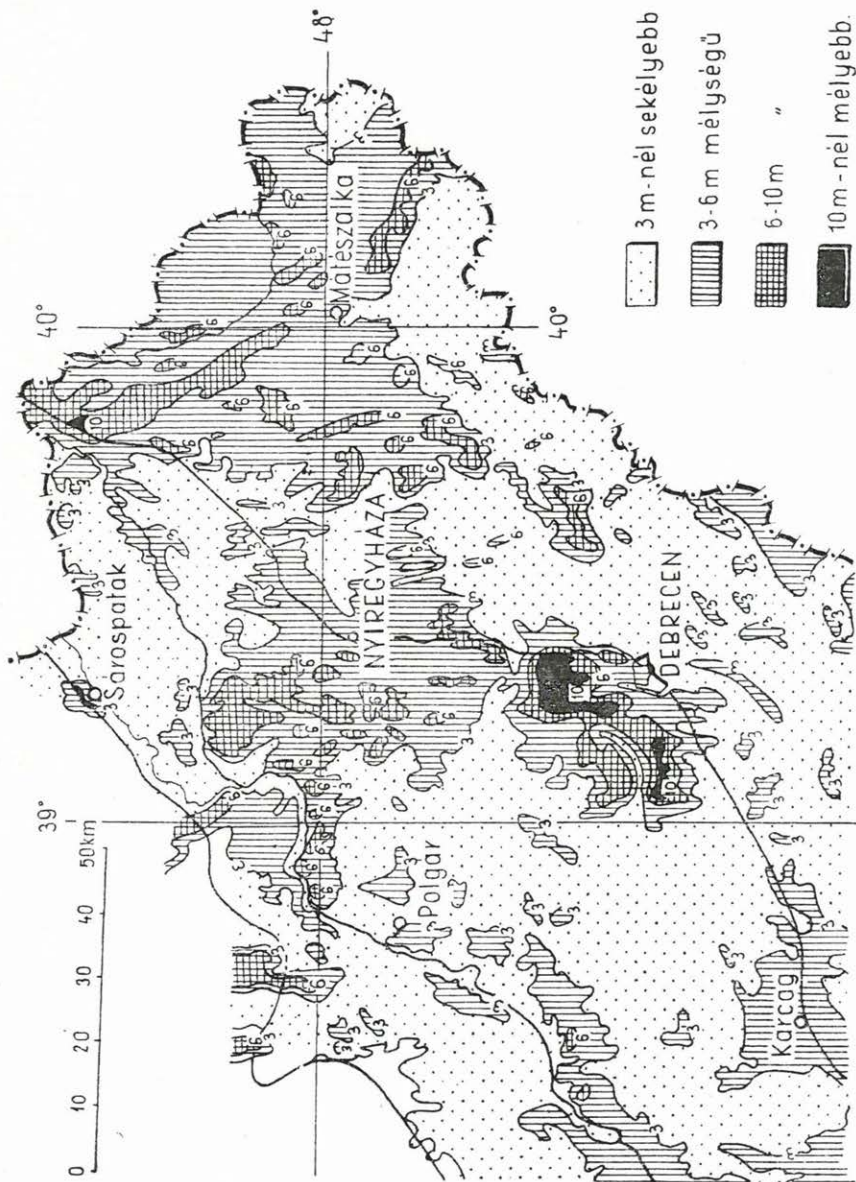
vonala, helyenként eléri a 9—10 m-t is. A nyírségi homokot lösz szegélyezi. A lösz alatt mélyebben áll a talajvíz. Valószínű, hogy a Tisza által körülvett keskeny földszávon a folyó leszívó hatása is érvényesül. A homoktalajokban ezért áll szintén mélyen a víz.

Nyíregyháza—Nagykálló körül közel van a felszínhez a talajvíz. A homok alól sok vízer szivárog ki és talál lefolyást a Tisza felé. A felszíni árkok, völgyek észak felé vezetik a vizet. A talajvíz szintjének lejtésiránya nagyjából északnyugati, néhány kiemelkedő hosszanti hát azonban helyenként a talajvizet is északi irányba tereli.

A Nyírség déli szélén fokozatos az átmenet a talajvízmélység tekintetében a homokvidék és az azt övező fiatal árterek között. A talajvíz mindenütt a felszín közelében van, követi az erősen délre lejtő felszínt. Ahol a felszíni homok a legfiatalabb árterek iszapos, homokos üledékeivel érintkezik, a talajvízmélység-térképen nem állapítható meg a földtani határ. Ahol azonban lösz veszi körül a homokot, az idősebb és fiatalabb felszínt egymástól a talajvíz elhelyezkedésében mélységlépcső választja el. Azonban a különbségek értelmezésében óvatosan kell eljárunk. Az idősebb löszfelszínek (infúziós lösz, homokos alföldi lösz) talajvízszintje általában mélyebb, mint a holocén lösziszapé és homokos löszé, de csak ott, ahol az utóbbiak alatt nyomás nélküli, szabad tükrű talajvíz áll (pl. az ó- és újholocén partok dombjaiban). Ahol vízzáró agyag, réti agyag, degradált vörösiszap fed a legújabbkori felszín laposait, ezek alatt jóval mélyebbre szorul a talajvíz. A Nyírség délkeleti lejtőin is sok forrás rejtőzik a homoklaposokban. Nagyobb nyílt források délkeleten ott bukkannak ki, ahol a homokterület a peremi dombok vörösiszapjára fut rá. Ez a terület már az országhatáron kívül esik (Érmihályfalva, Piskolt, Éréndréd).

A talajvízszint terepalatti elhelyezkedésében a legfeltűnőbb jelenséget a Nyírség nyugati peremén találjuk. Itt, a Hajdúságon, a homokvidék és a Hortobágy síkja között, *a talajvízszint feltűnően mélyen áll*. Különösen mély foltok jelentkeznek Debrecenről nyugatra, Hajdúszoboszló, Hajdúböszörmény és Hajdúhadház között. A talajvíz szintje elég tekintélyes területen 12—16 m mélységben van. 8—10 m-es mélységet találunk a Hajdúság északi részén is és a Hajdúság folytatásában Nyíregyháza és Tokaj között, de csak kisebb foltokban. Ez a különleges területsáv 6—10 km széles, meg-megszakadó folyosó. Tőle nyugatra, a Hortobágyon, és keletre, a Nyírség homokján, 2—3 m átlagos mélységben találjuk a talajvíz-tükröt. Domborzatilag e területsáv nyugati pereme elég meredeken emelkedik ki a Hortobágy síkjából, kelet felől azonban a Nyírség homokja fut rá és a térszín menedékesen emelkedik tovább a Nyírség belseje felé. A Hajdúság felszínét lösz borítja. Erre keleten néhány km széles sávban foltonként homoklepel borul.

A földtani térképezés során ezt a területet a Tiszántúl azon részeihez sorolták, ahol a pleisztocénvégi lösztábla elég épen megmaradt, nem esett a fiatalabb folyami erózió áldozatául. A pleisztocén löszfelszín alatt általában mélyebben találjuk máshol is a talajvizet (lásd a Duna—Tisza



50. ábra. Vázlat a talajvizek mélységéről a felszín alatt Észak-Tiszántúlon, 1951—53. évi mérések.

közét), mint a futóhomokon és iszaptalajokban. Ilyen nagy mélységkülönbségeket azonban az Alföld belsejében máshol nem ismerünk. A lösz-tábla különben is sokkal nagyobb területet takar, mint a mély talajvízű foltok.

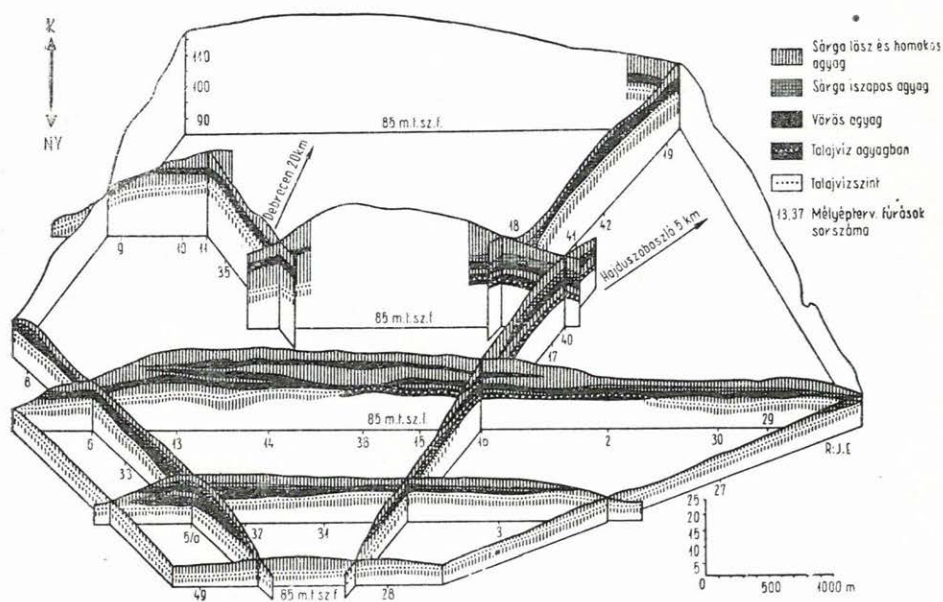
A Hajdúság területe az Észak-Tiszántúl felszínének különleges darabja és a mély talajvízszint okát a felszín alatti rétegek földtani felépítésében kell keresni. SÜMEGHY JÓZSEF 1953. évi fúrásszelvénye, mely a Nyírséget, Hajdúságot, Hortobágyot szeli át, a különleges talajvízállású területtől északra halad, így erre magyarázatot nem ad. Rendelkezésünkre állnak azonban egy pontosan Hajdúböszörményen át telepített 30 m mélységig hatoló fúrássorozat adatai, amelyet FERENCZI ISTVÁN mélyítettet le. E fúrások a Hajdúság térszíne alatt 15—20 m mélységben kemény *vörösgyagot* tártak fel két rétegben, egyenként 2—3 m vastagságban. A vörösgyag-rétegek között és felett barna és sárga kötött agyag van. Erre fut rá kelet felől a nyírségi homok és erre telepszik aránylag vékonyan nyugat felől a lösz (28). E kötött vörösgyag és kísérői az újabb alföldi sülyedésekben részt nem vett régebbi térszíndarabot védték meg a folyók eróziójától. A pleisztocénkori kihordástól és feltöltéstől így maradt épen a Hajdúság területe, azaz azok a területfoltok, amelyeket különlegesen mély talajvízszint jellemez. Tőle keletre a Nyírség területe a pleisztocénben kivésett, majd eléggé durva hordalékkal feltöltött medrek és partok sorozata, nyugatra a Hortobágy jelenkori sülyedék, újholocén, finomszemű és elegyengetett feltöltéssel.

Az épen maradt «tanúhegyek» tetejét kemény agyag védi. Az agyag-rétegek közül a vörösgyag hasonlít azokhoz a képződményekhez, amelyek a Dunántúlon a pliocén rétegsor legvégét, a pleisztocén elejét képviselik, s amelyeket a Duna—Tisza közén lemélyített fúrásokban is megtalálunk különböző mélységben és a felszínen is a solti Tételhalom tanúhegyén. A különlegesen mély talajvízszintű hajdúsági területfoltokon kívül a fúrások a felszín közelében nem tártak fel típusos vörösgyagot. A Nyírség és Hortobágy területén jóval mélyebbről hoztak fel egyes fúrások vörös- és barnaagyagot, ezek azonban homokosak, iszaposak, lemosottnak látszanak. Van olyan felfogás is (SÜMEGHY J.), amely a hajdúsági felszínközeli vörösgyagot az Alföldperemről bemosott anyagnak tartja és azonosítja azzal az eolikus származású barna és vörhenyesbarna iszapos-homokos agyaggal, amely a medence keleti peremétől, annak közepe felé követhető. Ez esetben a talajvíz egyes területfoltokon való különleges mély elhelyezkedésére nem kapnánk magyarázatot (148).

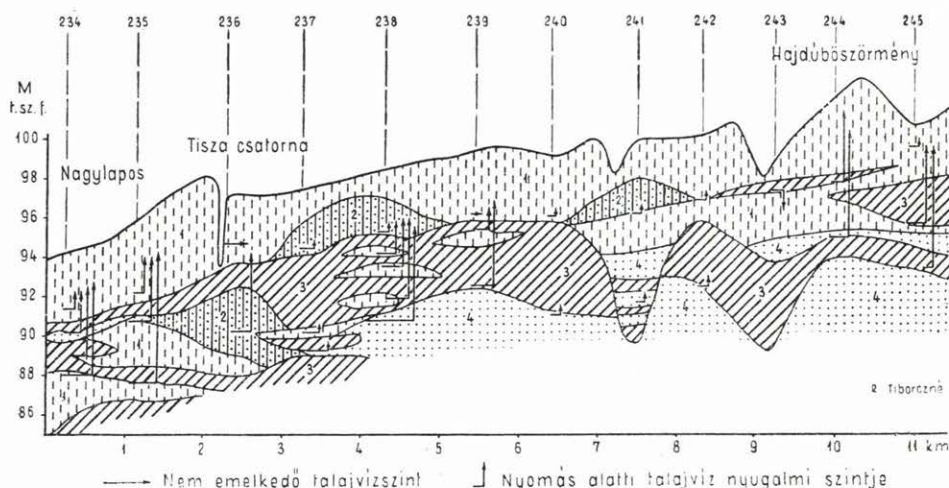
Ha a hajdúsági vörösgyag a pliocénvégi vörösgyagok csoportjába tartozik, akkor a Hajdúság területét annak a harmadkori magas-hátság résznek kell tekintenünk, amely FERENCZI véleménye szerint — a nyírségi homokfelhalmozódás keretével is szolgált. A negyedkori rétegsort eszerint a Hajdúság tárgyalt területén csak a néhány méter vastag lösztakaró képviselné. Kérdés, hogy ez a hátság tényleg a zempléni vulkán sor és a bihari Réz-hegység között húzódott-e, mint azt FERENCZI feltételezi, vagy DNy—ÉK-i irányban. Előbbire utal a talajvíztérképen, a Hajdúság fölötti mély víz-

tükrű területsáv, amely Bodrog—Tiszaszögig, Tokajig terjed, utóbbira a Nagykúnság és a Kisvárdá—Záhony környéki lösztáblarészek mély talajvize.

A hajdúsági terület DNy-i szélén, Hajdúszoboszlótól északra, 1954 őszén, a Mélyépítési Tervező Vállalat kutatófúrásokat végzett. A fúrások itt is feltárták a vörösigyagot 4—6 m mélységben. A magasabb (120 m



52. ábra. Tömbszelvény a vörösigyag településéről a Hajdúság DNE-i részén (Peceéri fúrások)



53. ábra. Több talajvízréteg a Hortobágy—Hajdúság szélén.

Jelmagyarázat: 1 infúziós lösz; 2 homokos lösz és löszös homok; 3 vízzáró lösziszap, agyagos lösz; 4 homok

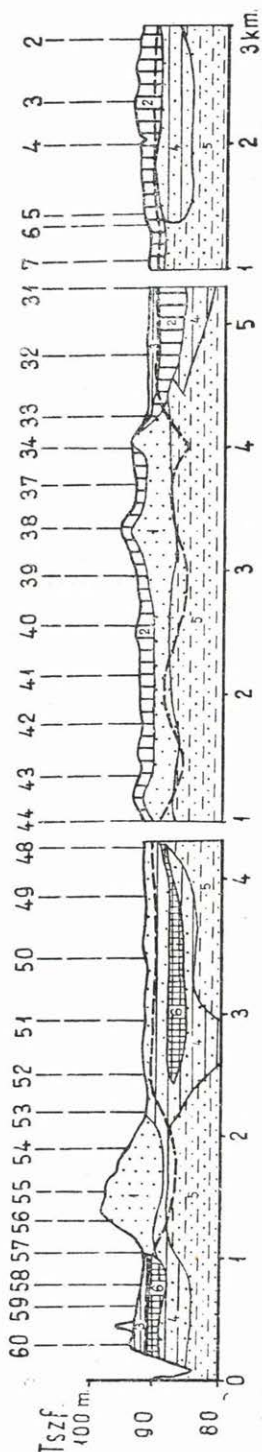
tszf.) térszinen, a Hajdúság tetején, a vörös-agyagréteg igen kemény, zsírostapintású. 10–12 m mélységben második réteg is jelentkezik. Az agyagot néhány méter vastag lösz-réteg fedi. Az anyagvizsgálat a felszíni löszöt a dunántúli típusos löszhöz (Sztálinváros körüli lösz) teljesen hasonlóknak mutatták. A Hajdúság magas térszínű részeinek lösze eszerint pleisztocén és képződési helyén álló típusos lösznek látszik.

A hajdúsági idősebb hátság teremt rendelkezést a talajvíz elhelyezkedésében. A Nyírség homokja ráfut, a Hortobágy iszapja neki támaszkodik ennek az agyagos felszínű földalatti «gátnak». A Nyírségi magas talajvízszint a Hajdúság keleti határán kiemelkedik. A részletes vízszinttérképek ezt jól mutatják.

Ha a Hajdúság felszíne alatti régi hátságra vonatkozó megállapításokat a további vizsgálatok megerősítik, módosul képünk a Tiszántúl északi részének szerkezetéről és az itt bekövetkezett fiatal mozgásokról. A talajvíztérképekből merített tanulságok alapján vizsgálni kellene Tokajjal szemben a Szabolcs körüli magaspartot, a tiszalök—tiszadadai, polgári, tiszacsegei pleisztocén szigeteket is.

A Tisza partján és mély árterein a felszínhez közel, 2–3 m-re áll a talajvíz. Az ártereket finomhomok és iszap, nagyrészt agyagosodó lösziszap borítja. Ennek hézagait, homokosabb rétegeit tölti ki a talajvíz. 10–15 m-es fúrásban több vízszintet találunk. E víztartó rétegek érintkeznek egymással, nyugvó vízszintjük magassága általában megegyezik a talajvízszinttel.

A Tiszapartot sok homokdomb követi. Ezekben és a magas löszpartokban mélyen áll a felszín alatt a víz. A Bodroghözön végigvonuló Tisza-szakaszon is a part mellett 3–4 m, helyenként 6–8 m mélyen találjuk a víztükröt a felszín alatt, ugyanakkor a folyótól távolabb 2–3 m-re. Mély a talajvíz szintje (10 méternél mélyebb) közvetlenül a folyó mellett a szabolcsi magasparton. A Tokaji- és Szerencsi-szigethegység előterében a Tisza K—Ny irányú szakasza ismét magasabban maradt felszín dára-



54. ábra. Földtani fúrások Tiszadob—Büdszentmihály táján (SÜMEGYH J. szerint).

Jelmagyarázat: 1 fútohomok; 2 lösz; 3 agyag; 4 agyagos iszap; 5 homokos iszap; 6 tőzeg; szaggatott vonal: talajvíz szintje

bon vág át. Tiszalök és Tiszadada között a talajvíztükör mélysége a balparton 4—9 m között váltakozik. Ezt a kiemelkedő térszint 2—3 m-es szintmélységű talajvízvidék veszi körül. Ismétlődnek a mély talajvízű domborzati szigetek Polgár, Tiszacsege és Egyek táján. A Hortobágy síkján 3 m körül találunk talajvizet. (A mellékletek között két teljes keresztmetszvény található az észak-tiszántúli fúrásokból.)

Észak-Tiszántúl területén 9200 km²-en 127 000 kútát vették számba 1953-ban. 96 000 kút volt községek belterületén, 31 000 pedig külterületen: szőlőkben, legelőkön, utak mentén, tanyáknál. E külterületi kutak adatai részletesebb feldolgozást nyertek, mert ezek jellemzik a térképezett terület túlnyomó nagy részét. A külterületi kutak vízbősége a Tiszántúl északi részén a következőképpen jellemezhető:

A kutakban mért vízoszlopmagasság m-ben

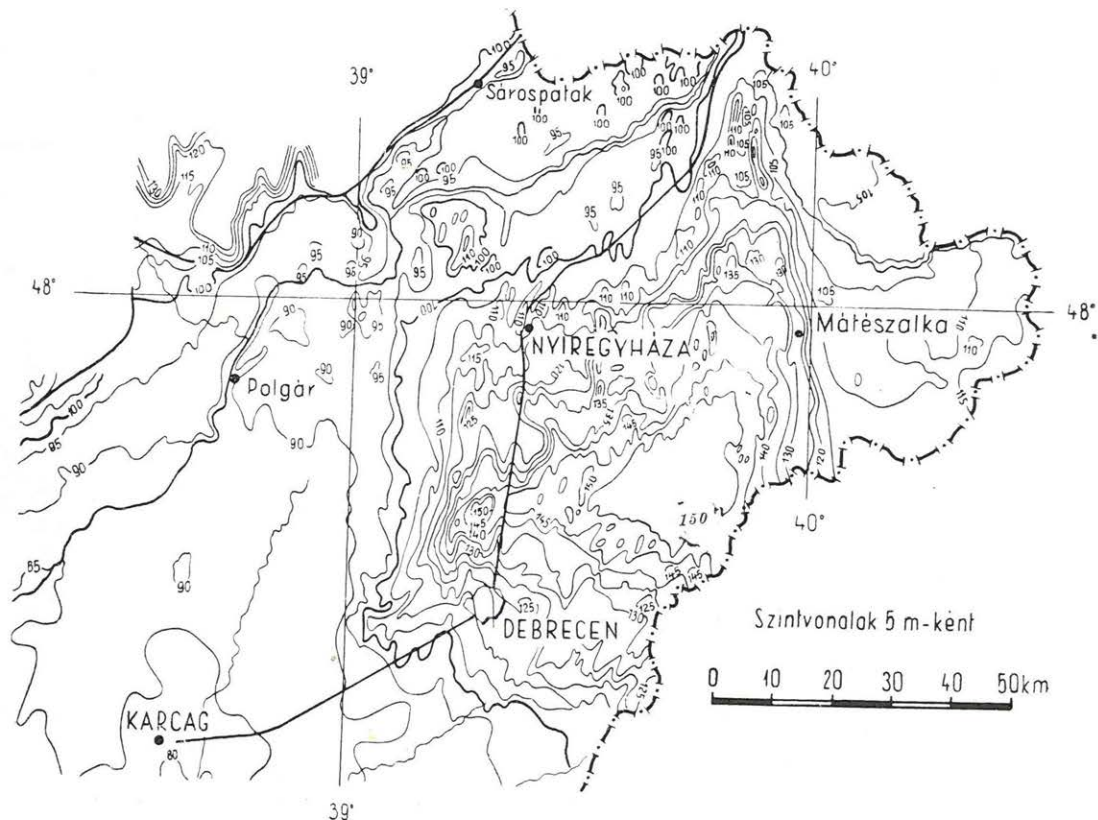
	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5	Méretlen*	Kutak száma összesen
Tisza—Szamos köze	680	748	412	92	15	14	685	2646
Nyírség	1592	6398	3401	643	50	13	1604	13701
Hortobágy—Hajdúság—Nagykúnság	667	2970	3987	2606	1222	787	2395	14633
Összesen ..	2939	10116	7800	3341	1287	814	4684	30980

* Az Alföldön szerte igen sok a betemetett vagy szennyezett kút, romkút. Helyüket a térképek jelölik, de adataik nincsenek.

A Tisza—Szamos közén a kutakban mutatkozó vízoszlop magassága nem jellemző a talajvíztartó réteg vízbőségére. A kavicsban és durvahomokban nem kell mélyre ásni a víztartóba, hogy elegendő vizet kapjunk. A Hajdúságon és Hortobágyon viszont magas vízoszlopok tévesztenek meg néha. A nyomás alatt álló víz a kútban felemelkedik és magas vízoszlopban áll, az utánpótlás azonban lassú, gyenge is lehet. A nyírségi területen azonban a kevés vízi kutak rendszerint szegényes víztartóréteget jelentenek. Vannak területek, ahol nyáron a különböző mélységű kutakban egyaránt csak néhány deciméter víz áll, az utánpótlás kevés.

A Hajdúságtól eltekintve az észak-tiszántúli területen a talajvíztükört mindenütt a felszín közelében találjuk. Csak kivételesen és kicsiny területeken kell a vízért 10 m-nél mélyebbre ásni. A talajvíztükör követi a felszín alakváltozásait, a dombokon a tenger szintjéhez viszonyítva magasban van, a völgyfenéken mélyen. Az a domború víztükör azonban, amit a mellékletek között található térkép (II. sz.) és a fúrászszevnyek (IV—V. sz. melléklet) elénk tárnak, nem ugyanazon víztartó réteg folytatódó felületet adó vízszintje. A magasabb, homokos részekben különböző talajvíztartó rétegek vannak, s ezek ki is ékelődnek. Vízük a homokterületeken pocsolyákban, vizenyős mélyedésekben jelentkezik. A gyenge vízerek és források száma különösen Nyírbátortól délkeletre és északnyugatra nagy.

Itt vonul a Nyírség felszíni vízválasztója ÉK—DNy irányban. A talajvíz lejtése ÉNy és DK irányban a legmeredekebb és a források tanúsága szerint több felszínközeli helyi talajvízszint ékelődik ki egymást követőleg. Hajdúböszörmény, Nagykálló vonalán több helyen kis szigetekben magas,



55. ábra. A talajvíztükör tengerszint feletti helyzete Észak-Tiszántúlon. 1951—53. évi mérések

a környező területekétől független, talajvíz-tó van. Ugyanilyen jellegűek a záhonyi Tiszakanyartól délre, Kisvárdá—Mándok körül szigetszerűen különálló, apró, magas talajvízmezők.

Meredeken lejtő talajvízdomborzatot találunk a Nyírség délnyugati határán és a hajdúsági lösztábla alatt. A nyírségi felszínközeli talajvíztartók észak—déli vonalban kiékelődnek. A *lösztábla alatti, mélyen elhelyezkedő talajvíz már más víztartóból származik.* Ennek a víznek tükre nyugat felé lejt, követve a régi felszín rétegeinek lejtését. A Hortobágy nyugati határán újra más víztartókban egy vagy több rétegben jelennek meg a jelenkori ártér magas talajvizei. A nagy ártér alatt a talajvíztükörnek alig van lejtése. A víz a finomszemcséjű iszapban úgyszólván mozdulat-

lan, csak függőleges irányban van ingadozása. Az oldalirányú mozgás valamivel mélyebben, a durvább folyami homokrétegekben megy végbe.

A Nyírség keleti oldalán a meredek peremet a Szatmári-síkság erős lezökkenése okozta. A talajvíz szintje a felszínnel együtt hirtelen lejt, de a Krasznára és Érre néző peremen a homokban vízbő forrásokban ékelődik ki. A síkság talajvíze már más víztartó-rendszerhez tartozik.

Menedékesen lejt a Nyírség talajvízszintje a Berettyó vidéke felé. A homokvidék szélére itt is, mint nyugaton, lösz települ, itt azonban megmegszakadóan, elvékonyodva, a felszíni vizek által jobban megtépázva. A Debrecenről délre 15—20 km-re eső területet jelenkori felszíni vízfolyások már teljesen átrendezték. A talajvízszint a holocén ártereken különböző mélységben helyezkedik el. A dombos partokban magasan áll és tükre szabad, a finom iszappal, réti agyaggal feltöltött laposokban mélyre szorul és nyomás alatt áll.

A Tisza hodrogközi szakasza felé a talajvízszint menedékesen lejt, csak egyes domborzati öblökben van meredek esése. A Nyírség északnyugati pereme erősen felszabdalt és a Tisza balpartján nagy alluviális öböl mélyed belé, a Rétköz környéke. Ebben az öbölben a talajvíz nyugodtan, közel vízszintesen helyezkedik el. A süllyedésből kiálló maradék felszíneken (löszdombok, futóhomok-nyúlványok) a felszín alatt mélyen van, de abszolút magasságra a környező alluviális térszín talajvízszintjénél magasabban.

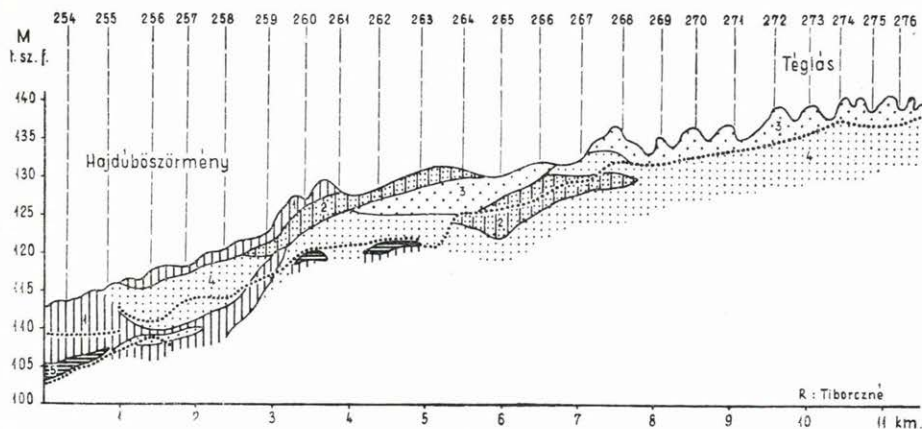
A Nyírség homokvidékén a talajvíz a futóhomokban vagy az alatt folyami homokban áll. Rendszerint követi a felszín nagy vonalait. A folyami homokvíztartót iszaplepcsők bontják meg. Ahol az iszap vagy lösz a felszínhez közel van a futóhomoklepel alatt, ott a talajvíz rendszerint mélyebben a lösz vagy iszap alatt helyezkedik el. Ez a jelenség a talajvíz felülről, csapadékvízből való közvetlen táplálkozása ellen szól. Más helyeken talá-lunk talajvizet a futóhomok alatti iszaprétegek felett, közel a felszínhez. Ilyen helyeken lehet szó a helyi csapadék talajvízképző, vagy tápláló hatásáról. Ezek a magas és szegényes talajvízszintek a Nyírség dombjai közt mindegyre felszínre jutnak, és számtalan kis vízer indulási helyéül szolgálnak. Bővebb vízü forrás csak elvétve akad, mert a víz a felszíni homokban szétszívárog. Az eddigi fúrások rétegsorából és talajvízadataiból valószínűnek látszik, hogy ezek a legfelső talajvízszintek is kapnak utánpótlást alulról, az összefüggő nagy víztartórendszerből.

A Hajdúság mély talajvízei helyi csapadékvízből nem táplálkozhatnak. Ezt a kemény, zsíros, vízzáró vörösiszap lehetetlenné teszi. Elképzelhetetlen, hogy a felszínre hulló csapadékvíz 10—18 m vastag fedőrétegen, amelynek nagyobb része agyag, áthaladjon. Nincs is itt annyi csapadék, amennyi a rétegek átnedvesítéséhez elegendő volna és a kapillárisan kötött víz mellett még táplálni tudná a talajvizet.

A Nyírség déli peremén és a Hortobágyon a felszínhez közel elhelyezkedő talajvíz fölött is sokszor nagy kiterjedésben vízzáró iszap, agyagos szikes lösz van. A talajvíz nyomás alatt áll, a fúrólyukakban 1—3 métert emelkedik. Itt sincs érintkezés a helyi csapadék és a talajvíz között.

A csapadék és talajvíz kapcsolatába belejátszik az a már igen sok helyen tapasztalt jelenség, hogy a talajvíz a mélyebb víztartó szintekkel érintkezik. Ha pedig ez így van, akkor a talajvízjáték a mélyebb szintek vízmozgásától és a mélyebb rétegekben uralkodó nyomásviszonyoktól és változásoktól függ elsősorban.

A Nyírség területén 50—100—150 m-ig lemélyített kútfúrások rétegsorai és a nyugalmi vízszintek arra mutatnak, hogy *a különböző pleisztocén víztartó rétegek egymással érintkeznek és a talajvíz szintje a víztartó rétegek összletben kialakult nyomásviszonyoknak megfelelően helyezkedik el a felszín*



56. ábra. Szelvény a Hajdúság keleti széléről.

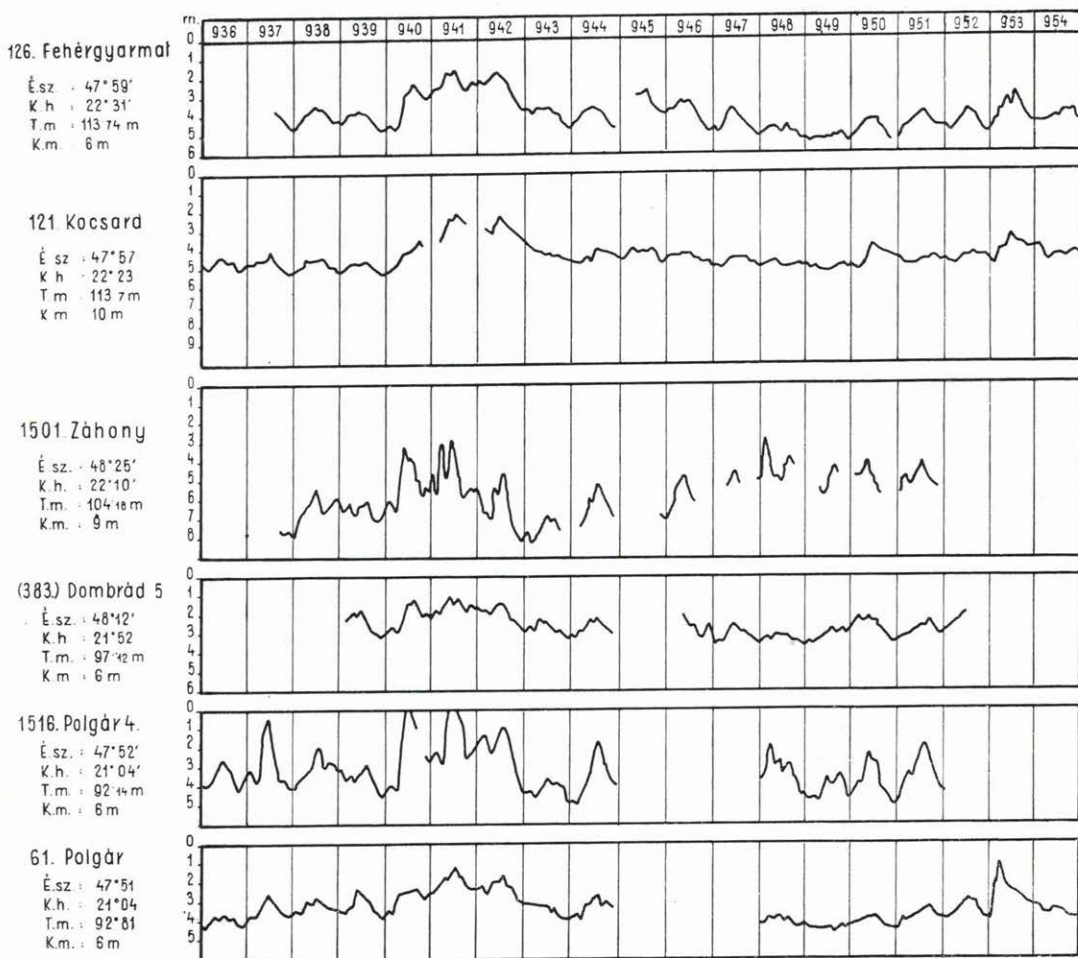
Jelmagyarázat: 1 lösz; 2 lösszös homok; 3 fútohomok; 4 folyami homok; 5 agyag. A pontozott vonal a talajvíz szintje

alatt. A talajvíz nem magában álló különleges víz, hanem része az egész rétegek összletben összegyűlemlő és mozgó víznek; a sűrűn rétegzett pleisztocén anyagban a legfelső vízelet. A talajvíz a mélyebb rétegekben tározódó vízzel érintkezik, s legfőbb utánpótlását innen kapja. Ahol a felszín alatt nagyobb mélységben laza, nagy hézagterefogatú üledékek vannak, kevés és vékony zárólencsékkel, a víz a felszín közelébe emelkedik akkor is, ha ez a felszín szigetszerűen kiemelkedik, mert a nagy víztartó rétegrendszer tápláló területei a hegyekben és hegyperemeken magasan vannak. Ahol a felszínközeli zárórétegek vastagok és összefüggőek, a víz nehezebben jut a felszín közelébe.

A víztartó rétegsorozat vízutánpótlását elsősorban a hegyvidék és hegylábak, valamint a folyóvölgyek befogadó területein kapja. A medencék belsejében, a síkságon alig van utánpótlás. A talajvíz áramló mozgása a durvaszemű, mélyebb rétegekben bonyolódik le. A durvaszemű víztartókat fedő finomabb üledékekben függőleges irányú mozgás jelentkezik, s ebben a nyomásviszonyok mellett a kapilláris erők is szerepet játszanak.

A talajvíz szintingadozását földtani és domborzati tájak szerint vizsgálva, a következő megállapításokra jutunk. Hosszú évsor átlagában nagy az ingadozás a folyók alluviumán, főleg ha a talajvíz finomhomokban vagy iszapban áll. Ahol az alluvium víztartója kavics, az ingadozás mértéke

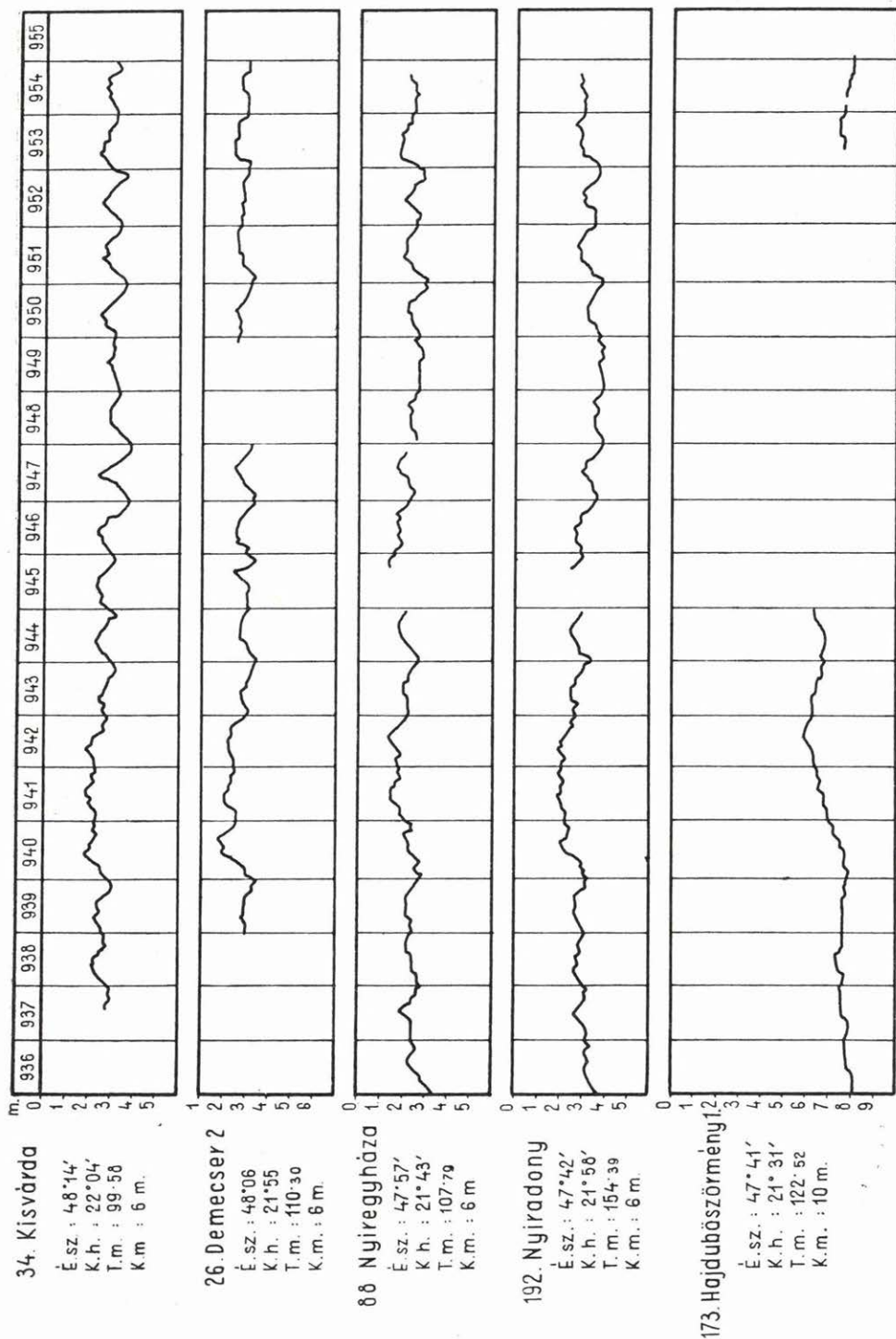
kiseb. Az évszakos vízjáték kavicsban az 1–2 m-t alig haladja meg — kivéve a közvetlen folyópartokon —, ellenben a hosszabb idejű emelkedési és süllyedési szakaszok a kavicsban tárolódó talajvízszintre is kihatnak és több m-es vízjátékot idézhetnek elő. A Felső-Tisza és Szamos sík-



57. ábra. Talajvízjáték a Felső-Tisza mentén. VITUKI kutak adatai

ján, Fehérgyarmat talajvízkútjában, a rendes évi ingadozás mértéke 1,5 m, Kocsord kútjában 1 m. Az 1940–42-es évek magas talajvízállása azonban 3 m-rel emelte meg a vízszintet. A nyírségi, hajdúsági és hortobágyi talajvízfigyelő kutakban az 1940–42-es árhullám nem emelkedett ki ilyen nagy különbséggel a rendes évszakos ingadozások menetéből.

A Nyírségen a talajvízjáték kicsiny. Nyíregyháza talajvízkútjában közel 20 év alatt nem haladta meg a 2 m-t. Az évszakos ingadozás 0,5–1,0 m. Ugyanez a helyzet Nyíradony figyelt kútjában. Az 1941–42-es árvizes évek az átlagos talajvízszinten alig 1 m-nyit emeltek.



58. ábra. Talajvízjáték a Nyírség néhány kútjában. VITUKI kutak adatai

A hajdúsági lösztábla kútjainak talajvízszintje aszerint változik, hogy a kút a régi hátság agyagjaiba mélyül-e, vagy az erodált részek löszös, homokos üledékébe. A hátsági mély kutakban az évszakos ingadozás kicsi, de hosszabb nedves időszakok többméteres szintemelkedést eredményezhetnek. Az emelkedés erős késleltetéssel jelentkezik. A hajdúsági hátság erodált részein a lösztakaró alatt néhány m mélyen található vízszint évenként erősen (2—3 m-t) ingadozik. Sajnos a Hajdúság mély talajvízű területein figyelt kút nincsen, így csak a hátság széleire eső kutakat vizsgálhatjuk. A nyírségi kutaknál adjuk meg a Hajdúságra leginkább jellemző hajdúböszörményi kút vízjárásgörbéjét.

A hortobágyi nagy ártér kútjaiban mindenütt nagy ingadozást kellene találnunk. A Tisza közelében levő kutakban a folyó hatására, a távolabbi kutakban azért, mert a talajvíz finomszemcséjű üledékben áll, ahol kevés utánpótlás és fogyasztás is széles határok közötti szintingadozásra vezet. A folyómenti kutakban meg is találjuk a nagy, 5—6 m-es ingadozást. A Hortobágy síkján, a folyótól messzebb azonban kis ingadozás a gyakori. Ennek oka az lehet, hogy a fiatal ártér sűrűn váltakozó üledékei között a víztartó rétegek vékonyak, sok a beékelődő finomszemű vízrekesztő réteg, az élénkebb vízmozgásnak szűk tere nyílik, a különböző kapilláris feszültség a rétegekben a függőleges irányban való vízmozgást lassítja, fékezi.

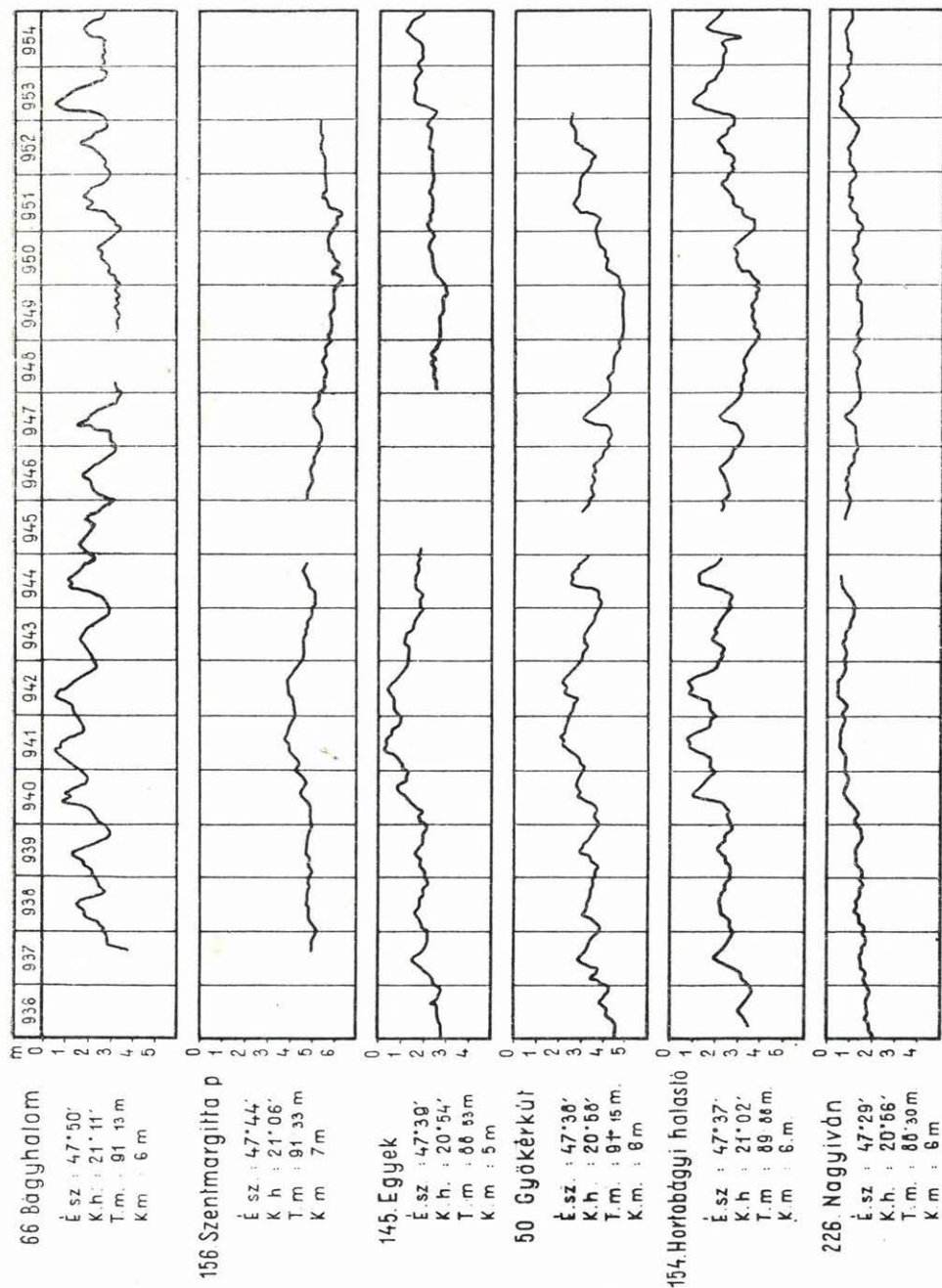
Ahol a víztartó réteg vastagabb, ott az ingadozás mértéke megnő. Az évszakos ingadozás értékei a Hortobágy ilyen helyein 2 m-re rúgnak, holott másutt néhány dm-t tesznek csak ki. A rendkívüli évek magas vízállása itt nem emelkedik messze az évszakos vízjáték mértéke fölé. A talajvíz átlagos szintje 1940—42. években általában 1 m-rel, az addigi évek közepes vízszintmagassága fölé emelkedett.

A tiszaparthoz közel eső kutak vízjárásában igen nagy különbséget találunk. A partközeli terület talajvízszintje 5—6 m-es határok között váltakozik. A parti dűnék kútjaiban sokkal kisebb az ingadozás, az ezek mögötti kutakban szintén. De ahol régi medrek durvább üledékei húzódnak a felszín alatt, ott élénkebb lüktetésű a vízjáték, mert a vízáadó réteg gyorsabb és jobb összeköttetést tart a folyóval.

Legnehezebb a *talajvíz oldalirányú áramlásáról*, annak sebességéről, irányáról, útjáról tájékozódást szerezni. Pedig a talajvízzel kapcsolatban minden gyakorlati és tudományos kérdés megoldása végső fokon ettől függ. Arra már van módszerünk és eszközünk, hogy helyileg, kis távolságokon mérjük a talajvíz áramlási irányát, de ilyen vizsgálatokból egy nagyobb terület talajvízmozgásának képét felépíteni egyelőre megoldhatatlannak látszik. Ahhoz pedig, hogy a részletvizsgálatokat helyesen tudjuk telepíteni és vezetni, általános áttekintésre, vagy legalább hipotézisre van szükség.

Amit az eddig rendelkezésre álló vízjárásgörbékből a talajvíz táplálkozására és vízszintes áramlásaira vonatkozóan ki tudunk hámozni, a következőkben foglalható össze.

Az 1940—42-es évek szerte az országban a talajvízállás-tetőzés évei voltak. Ez időszak előtti megfigyelések — az 1920-as évek derekától



59. ábra. Talajvízjáték a Hortobágy néhány kútjában. VITUKI kutak adatai

kezdve elég rendszeresen és nagy területre kiterjedően — ilyen magas talajvízállást nem észlelték, és másfél évtized alatt azóta sem észleltünk. Ezek tehát közel 30 éves idősor kiugró értékei. Az áradási hullám kezdetét 1939. őszére tehetjük országszerte, tetőzését 1941 tavaszának végére. A talajvíz-árhullám mindenütt átnyúlik 1942. évre, egyes helyeken ebben az évben éri el tetőfokát. Azok a különbségek, amelyek az emelkedési hullám kezdetében, tetőzésében, elvonulásában jelentkeznek, némi támpontot adnak a talajvíz táplálkozására és felszín alatti áramlásaira.

Az első figyelemreméltó jelenség, hogy *a talajvízállás tetőzési évei nem esnek egybe az évi csapadék legnagyobb értékeivel, hanem egy-két évi eltolódással követik azokat.* A budapesti meteorológiai állomáson az 1937-es év csapadéka ugrik ki messze a 100 éves idősor adatai fölé. Az 1939. és 1940. évek szintén átlagon felüli csapadékot kaptak, 1941. és 1942-ben a csapadék a sok évi közepesnél kevesebb volt. A Dunántúl egyéb helyein hasonló a helyzet. Az Alföldön az 1940-es év mutatkozik legcsapadékosabbnak. Debrecen környékén 1941 is erősen csapadékos, valamivel meg is haladja az előző évit. 1942 csapadékosága mindenütt átlagos, vagy átlagon aluli. Az északalföldi terület hegységpereme is 1936-tól 1940-ig kapott sok esőt és havat, 1941-ben és 1942-ben már átlagon alulit.

Az országhatáron kívül lehullott csapadék időbeli alakulását mutatják a hozzánk érkező folyók. A Tisza Vásárosnaménynál 1941-ben hozott legtöbb vizet (830 m^3) s az 1930—1953. éveket számítva; az 1942. évi vízhozam ($406 \text{ m}^3/\text{sec}$) az átlagoshoz állt közel.

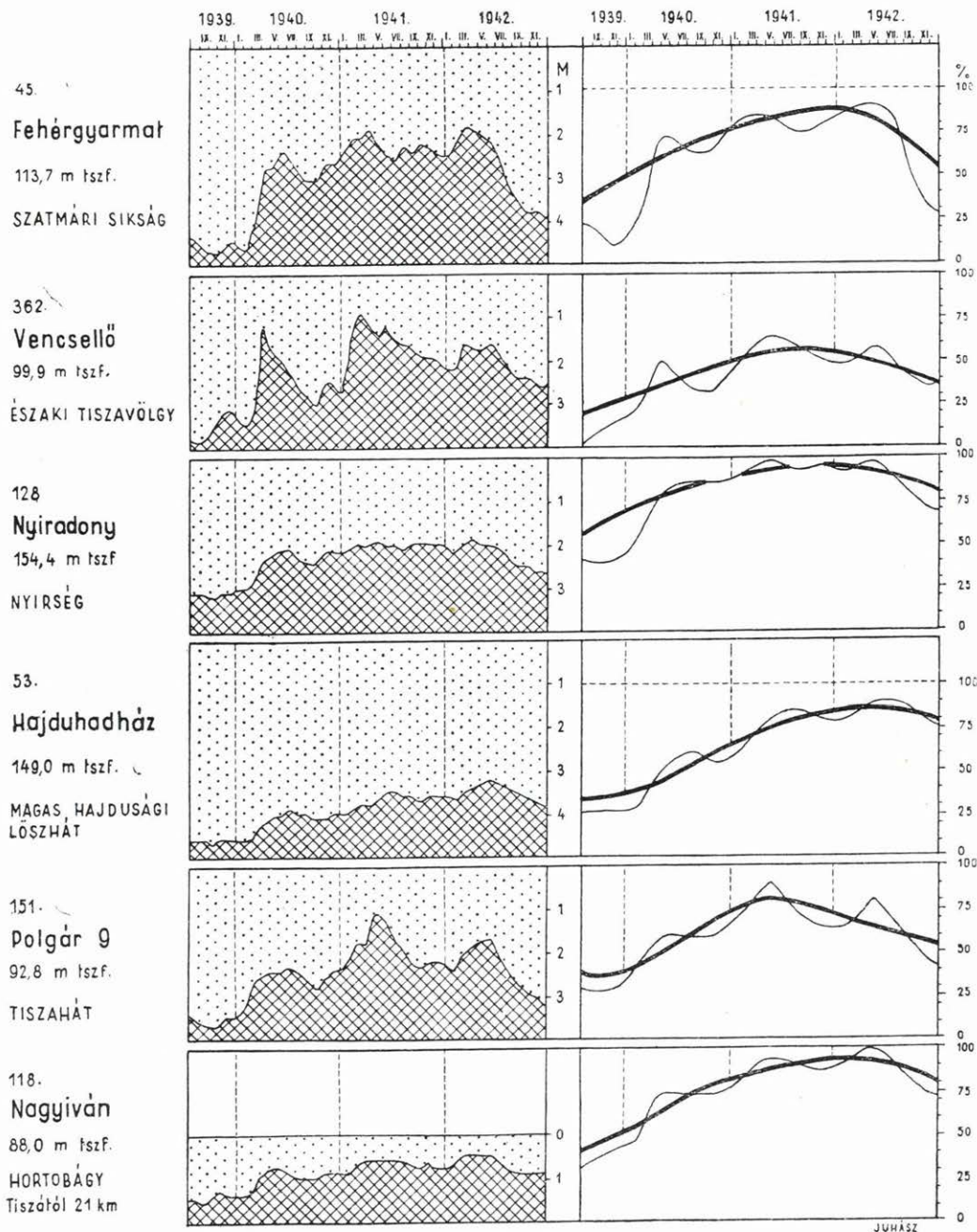
Tokajnál is 1941 volt a maximális vízzsárlítás éve ($1028 \text{ m}^3/\text{s}$), 1942-ben ott is közepes vízmennyiség ($538 \text{ m}^3/\text{s}$) vonult le **(183)**.

A Nyírség, Hajdúság és Hortobágy területén a talajvízjáték a következőképpen alakult. A Szamos—Kraszna—Tisza közén 1939 őszén és telén is alacsony a talajvízállás. 1940 tavaszán indul gyors emelkedésnek, de az év nyarán még csak az 1941-es emelkedés kb. felét éri el. 1941 májusában tetőzik a talajvízállás, de az 1942 márciusi vízállás ezt a magas értéket egészen megközelíti. 1942 júniusától gyors apadás mutatkozik és az év végén a talajvíztükör az átlagos vízszint közelében van.

A Tiszavölgy északi szakaszán, a Bodroghöz mentén az a különbség az előzőekben ismertetett helyzettel szemben, hogy az 1940. év tavaszi magas talajvízállása már megközelíti az 1941. évi legmagasabb szintet és az 1942. évi nyáreleji vízállás szintje jelentősen elmarad az előző két év mögött. Meg kell jegyezni, hogy ez a helyzet a Tisza keskeny völgyére vonatkozik a Nyírség északi szélén, ahol mindenütt közel vagyunk a Tiszához.

A Nyírség talajvízkútjaiban 1942 tavaszának talajvízszintje a legmagasabb, azt megközelíti, vagy eléri az 1941. évi szint és elmarad tőlük az 1940. év júliusi magasvize. A 3 év értékei sokkal közelebb vannak egymáshoz, mint a környező területeken és az alacsony évszakos ingadozásnak megfelelően a 3 év magas vízállása egyetlen késleltetett és halmozódó nagy hullámként jelentkezik.

A Hajdúság magas lösztábláján a talajvízkutak vize még kifejezet-



60. ábra. Az 1941—42. évi magas talajvízhullám alakulása a Tiszántúl északi részének néhány kútjában

tebben 1942 nyarán tetőzik. A lökészerű emelkedés itt is 1940 tavaszán indul, az 1940. és 1941. évi értékek azonban jelentősen elmaradnak az 1942. évitől.

A Hortobágy területén és a vele szomszédos nagy jelenkori ártereken a folyó közelében és a lapos, vízjárta helyeken, élénk ingadozással már az 1940. évi nyári talajvízszint magasra emelkedett és nem sokkal múlták felül ezt a szintet az 1941. és 1942. évi tetőzések. A folyótól távolabb eső és magasabb helyeken eltolódást találunk 1942 javára. Az 1941. és 1942-es magas talajvíz jelentősen felülmúlja az 1940. évit és az 1942-es közel áll az 1941. évihez, esetleg meghaladja azt.

Ha a hosszú évsor legkisebb talajvízállását minden kútnál 0 szintnek vesszük, a legnagyobb vízállást pedig 100%-osnak, és az 1941—1942. évi árhullámot negyedévenként %-ban fejezzük ki, jó összehasonlítási alapot kapunk a talajvízemelkedés és -süllyedés hullámvonalának tanulmányozására a különböző kutakban. A 60. ábra bemutatja 6 talajvízkúthban a tényleges vízjátékot és az évszakok vízszintváltozásainak %-ban kifejezett menetét. A vastag iránygörbe a hullám időbeli alakulását összefoglalóan szemlélteti. A *Nyírségen, Hajdúságon és a Hortobágy mélyén* (a Tiszától távol) *1942-re tolódik el a többéves nagy hullám tetőzése*. Ugyanez a helyzet a Tisza—Szamos síkon. *A Tiszavölgyben 1941 közepén tetőzik a hullám*.

A mozgás közös gyökerre mutat a vizsgált terület minden részén, időbeli eltolódás, elegyengetés, a hullámok elnyúlása és egymásra torlódása érvényesül a magas homokdombokon és a folyóktól messzi ártereken. A jelenségek egyértelműen arra mutatnak, hogy a nagy csapadékú esztendők a medencék peremén a folyóvölgyek allúviumait, majd a medencék mélyének jó víztartó rétegeit töltik meg vízzel, s a víz innen alulról nyomul a medencék belsejében a felszín közelébe. Természetesen a hullámgörbe alakulását nagy vonalakban is, részletekben is befolyásolja, hogy milyen a víztartó réteg anyaga. A további vizsgálódások és főleg a figyelt kutak sűrítése világosságot fog deríteni a helyzeti, domborzati, földtani hatótevézők szerepére.

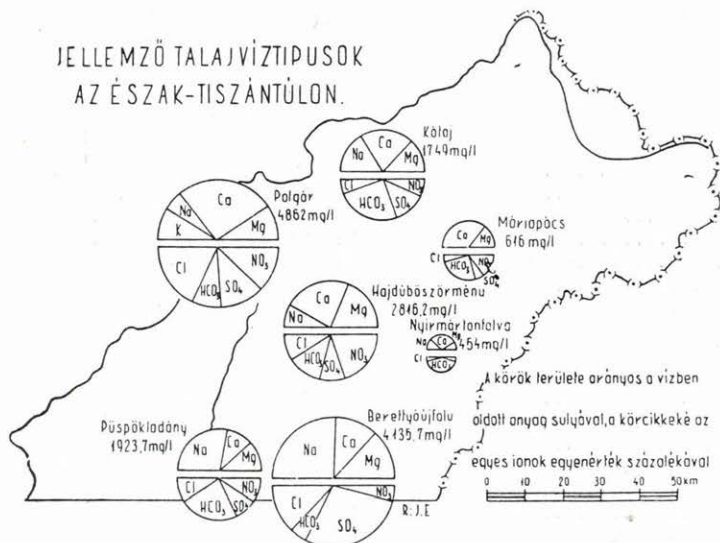
Még egy jellegzetesség olvasható ki a vízjárási görbékből. Az *allúviumok, alacsony síkságok területén* a növényzet és párolgás nyári *talajvízszint-süllyesztő hatása lassan, fokozatosan érvényesül*. Mutatja, hogy itt az utánpótlás gyors, a leszívást állandóan kiegyensúlyozni törekszik. *Ezzel szemben az őszi szintemelkedés gyors, vonala meredek. A Nyírség tetején fordított a helyzet. A nyári leszívás gyors, a vízszintváltozás görbéje meredeken lejt, mutatva, hogy az utánpótlás lassú és körülményes. Az őszi vízszintemelkedés viszont lassú, menete fokozatos és meg-megszakadó.* Természetesen évről évre más körülmények is befolyásolják a vízszintingadozás menetét és a fent leírt szabályszerűség alól kivételeket teremthetnek.

Az északtiszántúli terület talajvízmintáit 1953-ban gyűjtötték és a Földtani Intézet vegyi laboratóriumában kerültek vegyi vizsgálatra. 62 kiválogatott kútból vett minta vízének vegyi összetételét, tájak szerint rendezve, a 6. táblázat ábrázolja.

A vízminták elemzési eredményeit a Földt. Intézet 1953. Évi Jelen-

tésében részletes térkép mutatja be, a mintavételek helye szerint. E térkép szerkesztésének elvét a III. fejezet 3. pontjában részletesen ismertettük.

A Tisza—Szamos síkság talajvíze általában lágy és tiszta. A szilárd maradék 1000 mg/l körüli, az összkeménység 25—30 német keménységi fok alatt marad. Töményebb oldat ritkaság. A legtöbb helyen kalciumhidrokarbonátos jellegű talajvíz van. A Nyírség talajvíze is híg, kevésé ásványosodott. Ezen a területen találunk olyan vizet, amelynek összes oldott anyaga



61. ábra

a 300—600 mg/l súlyt nem haladja meg. 1500 mg fölé csak ritka esetben emelkedik az oldott sók mennyisége. A vizek jellege kalciumhidrokarbonátos, de többször találunk jelentős konyhasókoncentrációt. A nagyobb szulfáttartalom ritkaság. Elég sok kútban feltűnő a nitrát súlyaránya. Legtöbb a lágy víz, 25—30 német keménységi fok körüliek a keménységi mérőszámok, a legkeményebb sem haladja túl a 90 keménységi fokot.

Eltérő vegyi jellegű a Hajdúság és Hortobágy talajvíze. Jóval töményebb oldatok. Az összes szilárd maradék súlya átlagosan 2000 mg/l körüli, de egyes mintákban az 5—7000 mg-ot is eléri. Feltűnően megnő a hajdúsági és méginkább a hortobágyi területen a nyírségi vizekkel való összehasonlításban a talajvíz klórion-tartalma. A klórionok súlya nem ritkán eléri literenként az 1000—1500 mg-ot. A klorid-felszaporodás legtöbbször nátriummal jár együtt, így a víz konyhasós, de kalcium- és magnézium-kloriddal is számolnunk kell.

A Szabolcs megyei Tiszagyulaháza konyhasós vizére SCHERF EMIL hívta fel a figyelmet 1948. évi jelentésében (135, 145). Az 1953. évi kút-kataszteri térképezéssel párhuzamosan nyomoztuk a sós vizek helyeit és a Hortobágyon, Hajdúságon és a Nyírség nyugati szélén a rendes talajvíz-

minták gyűjtésén túl, 135 kút vizét elemeztük meg a helyszínen. A vizsgálandó kérdés az volt, hogy a sós kutak elhelyezkedésében felfedezhető-e valami irányítottság; valószínűsíthető-e, hogy a sós víz tektonikai vonalak mentén, a mélyből migrál a felszín közelébe. A vizsgálatokat SZÉKELY ÁGNES geológus végezte. Jelentése szerint a Hortobágy és Hajdúság terü-

6. táblázat

Észak-tiszántúli talajvízminták vegyelemzésének eredményei

Községek	Na	Ca	Mg	Cl	HCO ₃	SO ₄	NO ₃	Szil. mar.	Össz. kem.	Lúg- ság
	mg/liter									
<i>Tisza—Szamos síkja</i>										
Vásárosnamény, külter.	34	124	13	29	250	59	160	716	20	4,1
Vásárosnamény község	189	121	27	123	452	86	234	1278	24	7,4
Tarpa, Nagyhegy	32	126	21	56	330	65	97	753	23	5,4
Tarpa község	118	398	117	399	885	259	217	2426	83	14,5
Csaroda	120	116	31	92	546	40	68	1053	23	8,9
Kölce	141	143	26	96	561	50	150	1204	26	9,2
Szatmárcseke	21	107	31	16	433	31	38	708	22	7,1
<i>Nyírség</i>										
Mándok	496	200	53	114	458	116	205	1223	40	7,5
Nyírtura	74	192	60	195	315	148	243	1268	41	5,2
Buj község	10	80	16	21	287	20	—	490	15	4,7
Kótaj	166	200	67	98	741	241	176	1749	43	12,1
Kemecse legelő	64	109	49	22	659	25	16	988	26	10,8
Anarcs	121	183	45	111	452	184	275	1373	36	7,4
Berkesz	49	124	33	87	342	50	136	866	25	5,6
Nyírmada	53	209	52	155	488	116	140	1247	41	8,0
Nyírbogdány	35	104	38	33	372	92	59	762	24	6,1
Nyíregyháza, Bundásbokor ..	111	213	117	210	593	112	441	1851	57	9,7
Nyíregyháza, Nádasi Bun- dásbokor	58	150	122	88	836	111	94	1508	49	13,7
Nyíregyháza, Sulyán Bundás- bokor	18	47	18	4	399	—	14	571	15	6,5
Oros község	457	303	203	473	718	456	1062	3720	89	11,8
Oros, Szárazkút dűlő	45	78	52	29	406	54	95	793	23	6,7
Újfehértó	37	239	34	125	292	240	184	1182	35	4,8
Nagykálló község	73	346	41	194	327	225	513	1737	58	5,4
Nagykálló, Rákóczi tzs. ..	9	72	19	4	310	18	—	474	15	5,1
Nagykálló, külter. É-ra	58	354	71	198	279	258	654	1905	66	4,6
Magy	14	40	7	11	100	25	45	283	7	1,6
Kállósemjén	158	35	93	40	707	62	19	1277	26	14,7
Nyírvasvári	7	87	14	25	107	36	163	468	16	1,8
Kántorjánosi nagyrét	429	107	46	114	946	150	370	2230	26	15,5
Kántorjánosi község	—	68	11	10	235	7	4	380	12	3,9
Máriapócs	—	114	22	22	226	40	146	616	21	3,7
Nyírbogát község	*73	173	52	206	549	112	294	1704	36	9,0
Nyíradony	16	106	32	60	128	60	220	653	22	2,1
Nyírmihálydi	115	96	78	76	720	65	57	1244	31	11,8
Penészlek	58	130	36	48	363	67	203	954	26	5,9
Nyírmártonfalva, legelő	22	59	17	13	273	—	30	454	12	4,4
Nyírábrány, legelő	25	22	5	7	46	8	90	254	4	0,8

* Kálium 296 mg/lit.

6. táblázat folytatása

Községek	Na	Ca	Mg	Cl	HCO ₃	SO ₄	NO ₃	Szil. mar.	Össz. kem.	Lú- gos- ság
mg/liter										
<i>Hajdúság</i>										
Tiszavasvári község	375	155	118	368	682	245	436	2420	49	11,2
Hajdúnánás, téglagyár	25	98	37	3	541	—	9	750	22	8,9
Hajdúnánás, külter.	593	39	109	347	1086	292	190	2718	31	17,8
Hajdúdorog, külter.	423	647	466	1244	553	953	1550	5883	197	9,1
Hajdúböszörmény község ...	134	347	191	296	571	241	1001	2816	92	9,4
Téglás	46	51	11	32	91	71	100	459	10	1,5
Hajdúhadház	91	109	42	27	476	112	123	1026	25	7,8
Hajdúsámson	20	119	35	71	214	40	208	745	25	3,5
Hajdúszoboszló, külter.	116	51	34	25	492	31	60	840	15	8,1
Hajdúszoboszló, szőlőskert .	400	50	73	343	853	23	110	1881	24	14,0
Hajdúszovát	352	148	109	8	552	1071	5	2273	46	9,0
Hajdúszovát, külter.	458	73	63	307	965	155	65	2128	25	15,8
<i>Tiszápart és Hortobágy</i>										
Tuzsér	18	99	16	4	372	19	24	578	17	
Rakamaz község*	87	190	34	109	629	152	211	1378	38	10,3
Rakamaz, külter.	10	67	12	13	195	30	41	322	12	3,2
Tiszaeszlár község	291	266	236	452	886	364	650	3194	92	14,5
Polgár, szérűskert**	198	633	150	735	657	772	915	4862	123	10,8
Polgár, kenderföld	319	1208	264	1523	549	1066	1348	6330	230	9,0
Polgár, Vargahalom	90	116	66	111	437	112	159	1146	31	7,1
Tiszafüred község	112	162	64	70	665	138	72	970	38	10,9
Tiszafüred, kertsor***	266	1027	294	1098	287	658	2233	7190	411	4,7
Egyek, Dorogmai út	23	64	16	14	307	—	5	276	13	5,0
Egyek, Szigetháti legelő	110	221	40	174	395	223	72	1230	40	6,5
Egyek, Félhalom ta.	62	144	44	133	405	121	40	986	30	6,6
Egyek, Csonkás	3	104	84	276	636	223	85	1717	34	10,4

* Kálium 131 mg/lit.

** Kálium 368 mg/lit.

*** Kálium 38 mg/lit.

letén több kútban talált magas klórion-tartalmat. Büdszentmihály és Görbeháza környéki kutakban 5—6000 mg/l klóriont mért. Viszont egy-egy ilyen sós vizű kút körül minden irányban jóval kisebb koncentrációt talált és — ami lényeges — a szomszédos, mélyebb fúrt kutak vize mindig kevés vagy éppen igen csekély klóriont tartalmazott. SZÉKELY Á. mindebből azt a következtetést vonta le, hogy a sós kutaknál helyi szennyeződésről lehet csak szó, nem származhat a só nagyobb mélységből. Az általunk végzett vizsgálatok részletessége és módszere azonban a nátriumklorid-tartalom eredetének eldöntésére nem alkalmas. Kíváncos e fontos kérdés további kutatása.

A szulfátarány igen változó a hajdúsági és hortobágyi vizekben. Néha megközelíti az 1000 mg/l súlyt, több esetben viszont csekély. A sok nátriummal nemcsak klorid kapcsolódik, hanem szulfát is és glaubersós, keserűvizet ad. A hortobágyi szikesek alatt nátriumhidrokarbonátban gazdag, szikes, szódás víz van. A nitráttartalom is nagyobb a Hortobágyon

és Hajdúságon, mint a Nyírségben. Ez leginkább helyi szennyezésre vezethető vissza, mert nem általános jelenség.

A hajdúsági víz általában keményebb a nyírséginél, a hortobágyi keményebb a hajdúságinál. Kirívó esetek is vannak. Tiszafüred mellett a talajvíz keménysége a 400 német keménységi fokot is meghaladja.

A kálium súlya és aránya mindenütt kicsiny. A Tiszaparton néhány mintában jelentősebb mennyiségű kálium van, legtöbb Polgár mellett, 368 mg/l.

7. A Tiszántúl déli fele

A Tiszántúl déli része kevésbé változatos, mint az északi rész. A nagy-kunsági és békés-csanádi nagyon enyhén hullámos felszínű lösztábla takarja be a területet. Ebbe véstek folyosókat a Tiszántúlt átszelő folyók, és völgyeiket, ártereiket finom homokkal, iszappal, agyaggal feltöltötték. Néhány nagyobb holocén süllyedék darabolja szét a lösztáblákat: a Körös—Hortobágy—Berettyó közén a Nagysárrét, az országhatár mentén pedig a peremsüllyedékek hozzánk benyúló részei (főleg Békéscsaba és Gyula körül).

A Hortobágy—Berettyó—Sebes-Körös köze *a legnagyobb kiterjedésű fiatal öntésterület* a Tiszántúlon. Püspökladánytól, Túrkevéztől és Gyomától a keleti országhatárig óriási szikes legelők, réti agyag laposok és sárrétek nyújtózkodnak, s köztük csak a vándorló vízfolyások-rakta parti homokdombok kanyargó labirintusa teremti változatosságot. A Tisza árterei mellett még egy nagyobb alluviális folyosót találunk a Dél-Tiszántúlon s ez a Körös—Hortobágy torkolattól a Hortobágy irányát követve délnyugatnak halad és Hódmezővásárhely körül éri el a Tisza völgyét. Körülzárja a szentes—kunszentmártoni löszszigetet és valószínűleg egy régi Tiszavölgyet jelez.

A *békés—csanádi lösztábla* enyhe hátság formájában terjeszkedik a Maros—Tisza és Körös között. A Tisza völgye felé és a Fehér-Körös felé igen menedékesen lejt. A Hármas-Körös magaspárttal vágta magát bele. Ebbe a táblába vágta völgyét a Maros egy régebbi ága, a mai Szárazér és egy másik óholocén vízfolyás, amelyik a csanádapácai homokdűnéket lerakta. A Maros területünknek igen kis részét érinti, aránylag keskeny völgye a lösztáblába mélyül. Itt a délkeleti lösztáblán találjuk másik természetes «mezőségünket». Magas talajvízállású — természetes állapotában — bőfűvű térség. Kiterjedését egy csomó Mező-előnevéi község jelzi.

A lösz vastagsága a Dél-Tiszántúlon igen változó. Valószínűleg minősége is változik, de erre nincs elegendő vizsgálati adatunk. A nagy-kunsági lösz általában közepesen vastag (3—5 m), a békési vékony (1—2 m). A folyókmenti magaspártokban rendszerint vastag löszréteget találunk. A Tisza balpartján, a folyó mentén, az allúviumból kiemelkedő löszperemen a lösz mindig vastag. A folyótól távolodva a löszrétegek hirtelen kivkonyodnak. A lösz vagy löszös réteg néha csak 0,5—1 m körüli s ebbe is homokerek, homokanyag keveredik. A lösz alatt iszapos finomhomok, finom homok, vagy közepes és durvaszemű folyami homok következik.

Néhol agyagos üledéket találunk a lösz alatt. Ez az agyagosság gyanús. Valószínűleg a löszsorozathoz tartozó *Mo*-frakciójú anyagról van szó, a peremi löszöknél tapasztalható vályogzónákról, vagy az eolikus «vörös-agyagoknak» nevezett mésztelen löszstruktúrájú üledékekről. Lehetséges,



62. ábra. Földtani vázlat Dél-Tiszántúlról.

Jelmagyarázat: 1 vastag pleisztocén lösz; 2 vékony felszíni löszréteg; 3 óholocén futóhomok; 4 ártéri agyag, iszap; 5 tőzeg és tőzegiszap

hogy ezek a területfoltok a Tiszántúlon a pleisztocén lösztábla legépebben maradt darabjait őrzik. A talajvíz az ilyen részek alatt mindig mélyen (6–10 m-en és még mélyebben) áll.

Legvastagabb a lösz egyes, folyók által közrefogott szigeteiken. Kunszentmártonnál, amelynek szigethelyzetéről fentebb szoltunk, a felszíni lösz vastagsága eléri a 10 m-t. Szentes alatt, Szegvár körül ugyanazon a szigeten 13 m-es löszréteget jeleznek SÜMEGHY szelvényei. Mély löszökről tudunk Makó és Mezöhegyes körül, a Maros és a Szárazér szigetében.

A Sárretek talaja szerves agyag, iszapos agyag. A Sárretek vidékét rendszerint fekete réti agyag öleli körül. Az agyagos réteg vastag, a 10–30

m-es fúrások nem érik el fekvőjét. A talajvíz a réti agyag és tőzegrés alatt rendszerint mélyebben áll (5—6 m), mint a homokterületek, öntésföldek és vékony lösszel borított térszínek alatt.

A talajvíztérképező munka megszakadása 1954-ben a Dél-Tiszántúl területét sújtotta. Itt térképezetlen ablakok maradtak a Hármasköröstől délre és a délkeleti határ mentén, a mezősegi lejtőn. Különböző forrásokból (talajvíztérképek, MÁV-kutak, talajmechanikai fúrások) igyekeztünk a talajvíz mélységére vonatkozólag ezekre a területekre is adatokat szerezni, és általános térképeinken a hiányokat nagyvonalúan ezekkel az adatokkal betölteni. Részletes térképeinken azonban a rendes térképezésből kimaradt területeket fehér foltok jelzik.

A kútsűrűség ezeken a területeken pedig olyan, hogy a mért kutak adatai kitűnő eszköznek bizonyulnak a talajvízviszonyok feltárására. Az egész vidéket sűrűn borítják a kutak. A hálózat olyan sűrű és egyenletes eloszlású, hogy a terület minden részét a kutak százai képviselik. A vízszint egyenlőségi görbék teljes részletességgel és biztonsággal megszerkeszthetők.

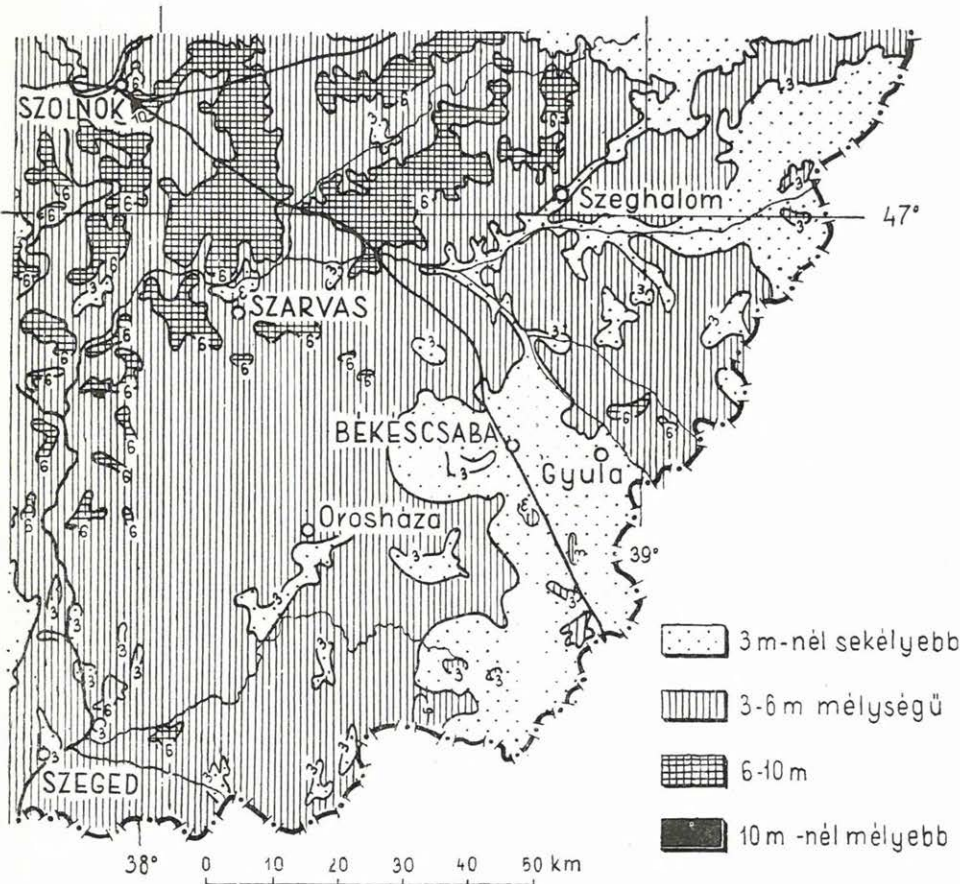
A román határ melletti területek a Nyírség déli határától egészen a Marosig kismélységű talajvízszintjükkel tűnnek szembe. Akárcsak az északi alföldperemen, itt is 1—2 m-re vizet találunk a vékony homokos lösszel, vagy lösziszappal borított felszín alatt. Itt is peremsüllyedékek fiatal feltöltésében, a felszínhez közel áll a talajvíz. Ahogy távolodunk a hegységperemtől, a «természetes mezőségek» tájától, az Alföld belsejébe, a víztükör is süllyed néhány métert.

A Körösöktől délre eső területen a Tiszavidék közeléig a talajvízszint nem süllyed mélyen a felszín alá. 3—4 m az átlagos mélység s csak a kiemelkedőbb homokdombokban 5—6 m. A Tisza vonalához közeledve azonban amilyen mértékben a vastagabb löszök birodalmába kerülünk, a talajvíz szintje úgy süllyed 6—8 m átlagos mélységre. (Lásd a talajvíz-mélység-térképet a II. mellékleten.)

Egészen más a helyzet a Tiszántúl közepén, a Körösök vízrendszere vidékén. A Berettyó—Sebeskörös és Kettőskörös között sekély mélységű a talajvíz. A Berettyó és Hortobágy, továbbá a Hortobágy és Tisza között azonban nagy összefüggő foltokban a környezethez képest igen mélyen találjuk a kutakban a talajvíz szintjét (6—10 m). *Ezek a foltok vonulatokba látszanak rendeződni és határozott DNy—ÉK-i irányúak.* Valószínű, hogy elrendeződésükben szerkezeti adottságok jutnak kifejezésre. Erre mutat a Berettyó utolsó szakasza és a Hortobágy patak egymással párhuzamos, merev DNy—ÉK-i futása, és a Tisza vonalának ezzel párhuzamos tiszabura—tiszafüredi szakasza.

A Észak-Tiszántúlon a hajdúsági löszhát mély talajvízeiből következtettünk a felszín különleges felépítésére. A Közép-Tiszántúlon ez a területfolt beleillik a Hortobágy jobbpartját kísérő foltok vonalába. Ennek a szerkezeti vonalnak a délnyugati végét kerüli ki a Tisza Újkécske és Csongrád között, míg a másik oldalán a Hármaskörös jelöli ki határát merev torkolatelőtti szakaszával.

A mélyebb talajvízü foltok általában összeesnek a vastagabb löszfelszínek területével. De a Berettyó jobbpartja mentén, Mezőtúr—Türkeve táján, a fúrászelvények szerint nem a lösz vastag, hanem az alatta elhelyezkedő «réti agyag». Ez a 2—5—10 m-es mélységben elhelyezkedő «réti agyag» a lösz agyagos válfájának vagy idősebb pleisztocén agyagnak tekinthető.

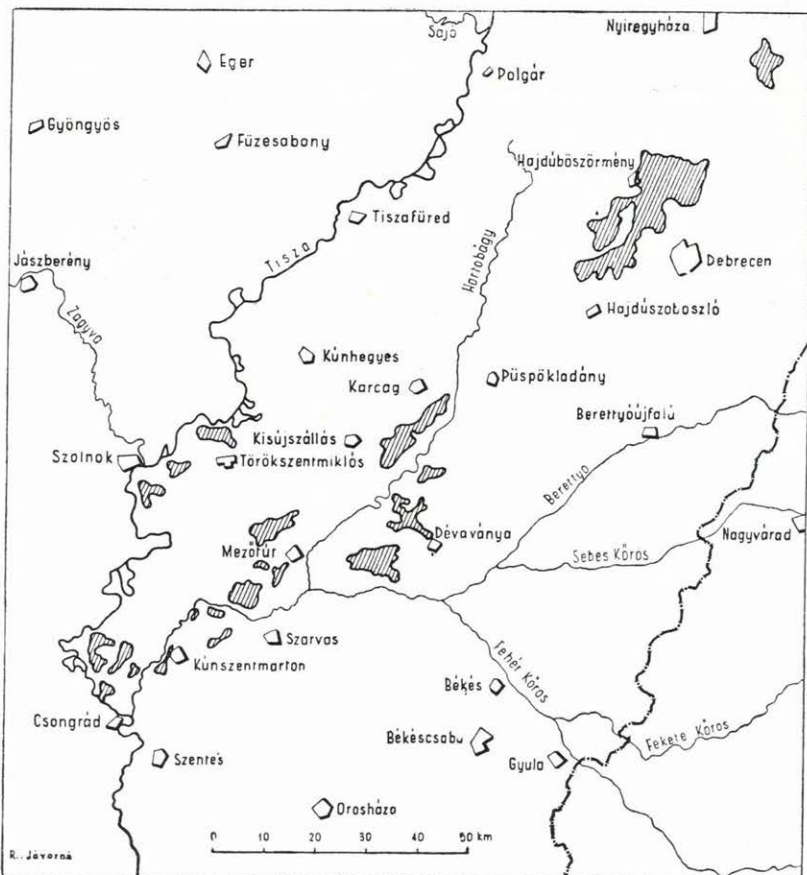


63. ábra. A talajvíztükör terepalatti mélysége Dél-Tiszántúlon (1952—54. évi mérések)

A felszínközeli sekély talajvíz foltjai Észak-Tiszántúlról, a Hortobágy ártéréről délnyugatra Kisújszállásig húzódnak. Ez a sekély talajvízöv szabályosan helyezkedik el a Tisza vonala és a nagykunsági és hajdúsági mély talajvízü területek DNy—ÉK-i vonulata között, éppúgy, mint a Duna—Tisza köze sekély talajvízü övezetei, a löszhátak között. De keresztirányban is találunk egy magas talajvízü területsávot: ez a Hajdúság és a Nagykovács mély talajvízü vonulatát vágja ketté Nádudvar—Földes—Berettyóújfalú vonalán és ÉNy-on a hortobágyi sekély talajvízü terület-

hez csatlakozik Nagyiván körül. Ez az északkelet—délnyugati csapás-irányú vonulatokra merőlegesen haladó húzóadási övek iránya.

Merésznek látszik a talajvízviszonyokból minduntalan földtani szerkezetre következtetni, mégis *annyira nyilvánvaló párhuzamosságok, szabályszerűségek jelentkeznek, hogy fel kell hívni erre a mélyszerkezetet nyomozó geológusok figyelmét.*

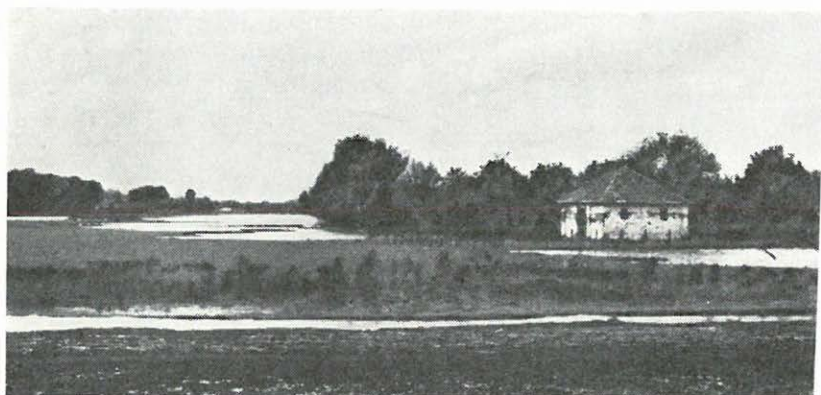


64. ábra. Különlegesen mély talajvízű területek a Tiszántúl közepén

A talajvíztükör a Dél-Tiszántúl nagy részén is nyomás alatt áll, akár csak a Tiszántúl középső részén és a Hortobágyon, Hajdúságon. A fúrólyukakban a megütött vízszint legalábbis mindenfelé emelkedik. Térképeink természetesen a talajvíz nyugalmi szintjét ábrázolják, a víztartó réteg, úgy lehet, mélyebben van.

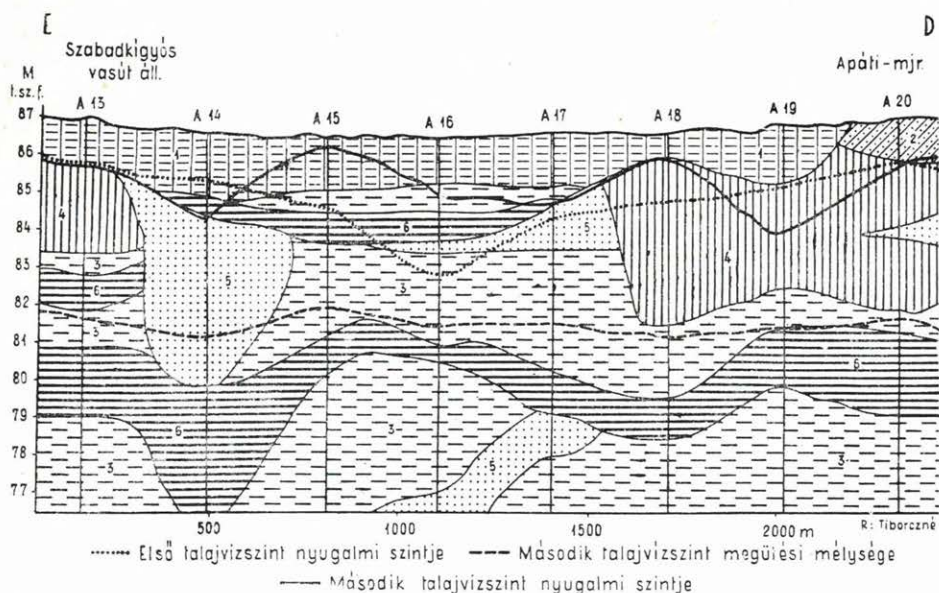
1955. évi alföldi kutatásaink a Dél-Tiszántúlon e téren újabb tapasztalatokat hoztak. Lössterületeken és különösen a *szikes löszlegetlőkön azt figyeltük meg, hogy a talajvíz réseken, hasadékokon, járatokon át alulról hatol be a felszint borító vízzáró rétegbe.* A fúrások aszerint, hogy hol ütnek át

egy-egy ilyen hasadékot, különböző mélységben jelzik a talajvíz szintjét. További nagyobb hasadékok átütése után emelkedik a víz, különösen akkor,



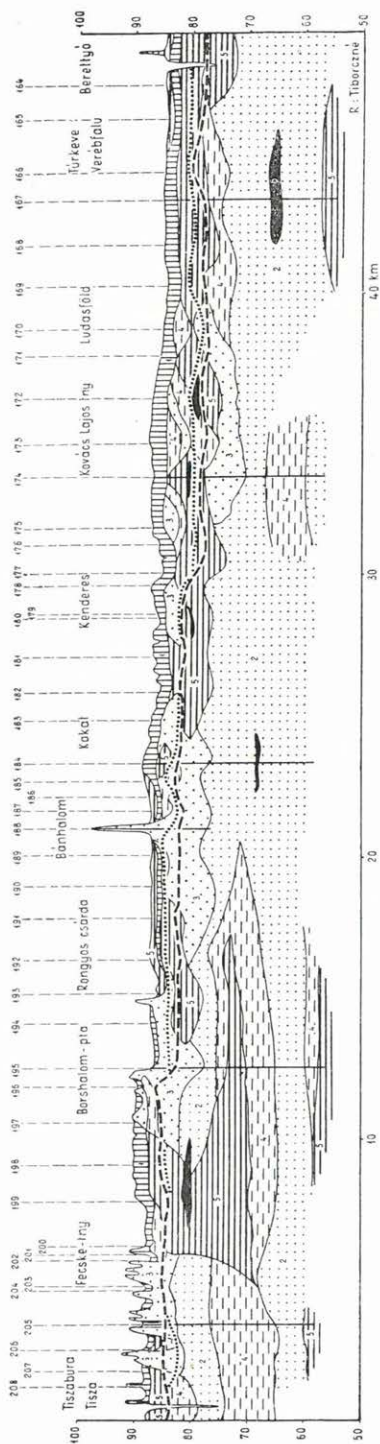
4. kép. A Tiszántúl közepét sűrűn hálózzák be régi medrek és ezekben a talajvíz az év nagy részén át a felszínre jut. Biharnagybajom melletti medrek 1954. júliusában. (Rónai A. felvétele.)

ha azokkal olyan vízjáratok vannak összeköttetésben, amelyekben a víz magasabbra, a felszín közelébe tudott felhatolni. A járatok összefüggése azonban néha nagyon bonyolult, ezért a fúrásokban igen különböző «nyugalmi szint» jelentkezik, néha egymás közvetlen közelében. Egy



65. ábra. Szelvény az ókígyósi szikes legelőről. Az első és második talajvízszint helyzete.

Jelmagyarázat: 1 szikes (humuszos lösziszap); 2 szikes (humuszos) iszapos homok; 3 iszap (50—60 % folyási határ); 4 löszös homok (40—50 % folyási határ); 5 finom folyami homok (0,1—0,3 mm szemmagyságú); 6 agyag



6. ábra. Földtani- és talajvízszelvény Tiszabura—Túrkeve között. Az 1930. és 1954. évi talajvízszint. Szerkesztette: SÜMEGHY J.—RÓNAI A., 1954.

Jelmagyarázat: 1 iszapos lösz és löszvályog; 2 durvaszemű folyami homok; 3 finomszemű dűnehomok; 4 iszap, iszapos homok; 5 agyag, iszapos agyag; 6 tőzeglápüledék; szaggatott vonal: talajvíztükör az 1930. évi nyári fúrásokban; pontsor: talajvíztükör az 1954. évi őszi kutakatszerből

nagyobbarányú részletkutatásunk eredményeit mutatja be a 65. ábrán közölt térképvázlat Békéscsábától délre, az újkígyósi legelőn.

A talajvíz nyomás alatti helyzetét jól mutatja SÜMEGHY JÓZSEF egyik 1930-ban lemélyített fúrás-sorozatának talajvízszintje, összehasonlítva a kutakatszer során 1954 őszén a környező kutakban mért nyugalmi szinttel. A kutakban mért talajvízszint a tiszaparti homokdűnétől távolodva, az őszi legmélyebb vízállás idején is mindenhol magasabb, mint a fúrásokban elért víztükör (148).

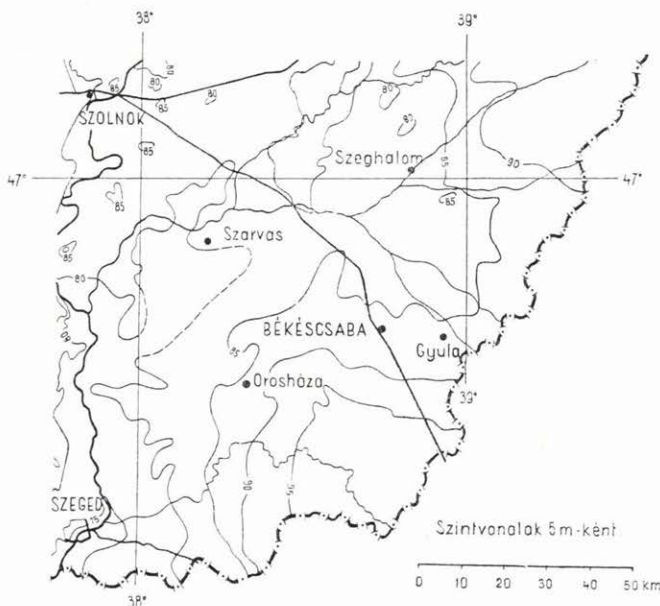
Ha a talajvízszint elhelyezkedésének tszf. helyzetét vizsgáljuk, azt találjuk, hogy a talajvíztükör lejtésirányai a Dél-Tiszántúlon egy a Hortobágy patak és Hármaskörös vonalában mutatkozó mély teknő felé mutatnak. A Nagykunság talajvíze jórészt nem a Tisza felé, hanem a Hortobágy felé látszik áramlani. A Nagysárrét vize is a Hortobágy felé lejt, nem délre a Berettyó—Körös felé. Egy nagy gyűjtőmedence jelentkezik Kunszentmárton—Szarvas—Szentés között. Ettől délre már a Tisza vonala felé lejt a Tiszántúl talajvízszintje.

A régi Maros törmelékűjének enyhe domború vonalai az ország délkeleti sarkától északnyugati irányban nyúlnak be a Dél-Tiszántúl területére, melynek tengelye Battonya—Bánhegyes—Gerecsény—Csorvás. E tengelytől északra a Körösök felé, nyugatra a Tisza felé lejt a talajvíztükör.

A Körösök vidéke a Fehér- és Feketekörös torkolattól és a Sebeskörös—Berettyó torkolattól nyugat felé, Kisújszállás—Törökszentmiklós magasságáig és dél felé Kondo-

ros—Nagymágocs—Szentesisig a térképen *hatalmas talajvízöböl*nek tűnik, amelynek területén a víztükör csaknem vízszintes. A mozgatót itt valószínűleg a felszíni vizek idézik elő. A lösztáblába és annak homokos fekjébe mélyen bevágódott folyók a nyári száraz évadban jelentékeny mértékben szállítanak talajvizet.

Ha nincs is a Dél-Tiszántúlon olyan sűrű figyelt talajvízkúthálózatunk, ahol az egyes mérőállomások egy-két évtizedes adatsorral rendelkeznének, annyi mégis van, és eloszlásuk is elég kedvező ahhoz, hogy nagy vonásokban a talajvíztükör ingadozásának mérvét megismerhessük. 45 olyan állomás van, amelynek 10 évnél hosszabb adatsorát ismerjük.



67. ábra. A talajvíztükör tengerszint feletti helyzete a Tiszántúl déli részén. 1952—54. évi mérések

Általánosságban megállapítható, hogy az évszakos vízjáték a Dél-Tiszántúlon nem nagy, 1 m körüli, ellenben hosszabb évsor alatt a víztükör ingadozása legtöbb helyen eléri a 3—5 m-t, tehát magyarországi viszonylatban igen nagynak mondható. Jóval nagyobb az ingadozás, mint a Duna—Tisza közén és az Észak-Tiszántúlon általában. A folyók közvetlen közelében máshol is találunk nagy vízjátékot, a Tiszántúl déli részén azonban a folyóktól távoli területek hosszú évsorú ingadozása is nagy. Ennek oka elsősorban az, hogy a talajvíztartó durvább szemű rétegek mélyen vannak, felettük vastag rétegekben eléggé egyöntetű finomszemcséjű üledékek: igen finom homok, agyagos homok, homokos lösz van. Ezekben a képződményekben a talajvíz függőleges irányú mozgása több méteres értéket érhet el, a párolgás és utánpótlódás következményeként. A sűrűbb réteg-

zetség és a szabad hézagterfogat nagyobb különbségei (durvább szemcsézettségű üledék a felszín közelében) csökkentik a vízjáték nagyságát.

A Hármas-Körös és a Berettyó köze, a Körösök törmelékkúpja vízrajzi szempontból is igazi «viharsarok». Az erdélyi hegyekből kiinduló árvizek itt találkoznak a legmagasabb talajvízállással és együttes rohamuk állandó árvízveszéllyel fenyegeti a környéket. A találó nevű Vésztő község ül ennek a területnek a közepén, s körülötte a ritkás település jelzi, hogy a községek kerülnek a veszélyes övezetbe. Itt a talajvíz évi játéka és a többéves periódusú vízszíningadozás egyaránt nagy. Előbbi 1,5—2 m, utóbbi 5 méter körüli.

Nagy a talajvízjáték a Tisza, a Körösök és a Hortobágy-patak mellett is. Az évszakos ingadozás 2—3 m, a hosszú évsor talajvízszint-kilengése 4—6 m-re rúg. De nagy a vízjáték a folyóktól távol a Nagykunság száraz lösztábláján, a Sárréteken és a réti agyag alatt. A békés-csanádi vékony löszfelszínen is számottevő, bár a környezeténél észrevehetően kisebb. Délen, amerre a lösztábla kivastagodik, a színingadozás újra nő. A *Nagykunságban a hosszú periódusú vízszíningadozás 5 m körüli*, a békési löszháton 3 m körüli, délen az 5—5,5 m-t is eléri.

A talajvízjárás évi menetét néhány régóta észlelő kút adatsora alapján a 68. ábra grafikonjai jellemzik.

A talajvízjáték természetes menetébe mindinkább beleszól az ember. Egy jó évszázadon keresztül csak vízszintcsökkentő irányban munkálkodott, lecsapolások és belvízrendezés útján. Napjainkban az Alföldön sokfelé tanúi vagyunk a *talajvíz mesterséges megduzzasztásának*, ami sokszor már káros hatású. Az *öntözések* és különösen a hosszú elárasztást kívánó rizsöntözés sokfelé túlságosan magasra emelte a talajvízszintet, más kultúrák kárára. 1954. évi talajvíztérképezésünk alkalmával egy-két helyen igyekeztünk az öntözések talajvízduzzasztó hatásának mérvét megállapítani. A nem öntözött szomszédos területek vízviszonyai és a kútmélységek elég jó támpontot adnak ehhez a vizsgálathoz.

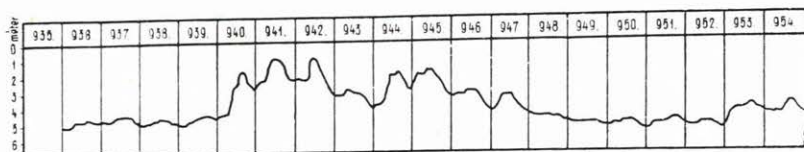
Két szelvényben bemutatjuk (69. ábra) a *rizsterületek talajvízszintemelő hatását* az 1954. évi munkaterületen. Figyelembe kell venni, hogy térképeink 1954. szeptember—október havában készültek — rendszerint — legalacsonyabb talajvízállás idején és akkor, amikor már a rizsföldekről jóideje levezették a vizet.

A bemutatott talajvízszelvények tanúsága szerint 1954 őszén a rizsterületek talajvízszintemelő hatása Öcsöd és Mezőtúr között a Nagykunság déli részén 5—6 m-t ért el és a felszín alatt normálisan 7—8 m mélyen elhelyezkedő őszi talajvíztükröt 1—3 m-re a felszín közelébe hozta. A talajvízszintemelő hatás az elárasztott területektől ezen a vidéken kb. 2 km távolságra hat ki. Kunhegyes táján a rizsöntözés az átlagosan 4—5 m mély talajvízszintet 2—3 m-rel emelte 1954 őszén és 1—2,5 m-re hozta a felszín közelébe.

A bemutatott szelvények területén a felszínt 8—15 m vastag lösztakaró borítja. A laposokban néhány méteres réti agyag borul a löszre. A Kunhegyes melletti kertek dombjaiban a fekvő homok ablakai jelentkez-

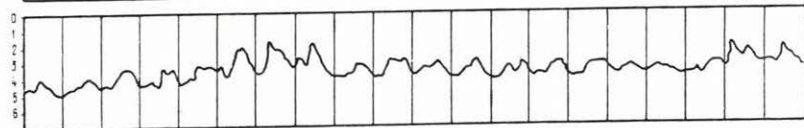
189. Szerep

Ész: $47^{\circ}13'$
 K.h: $21^{\circ}08'$
 Km: 7m
 Tszf: 88'13m



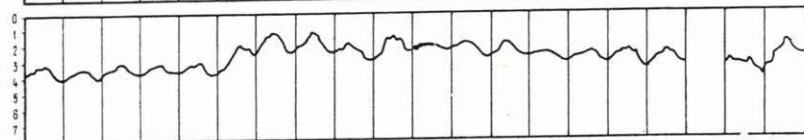
311. Szeghalom

Ész: $47^{\circ}01'$
 K.h: $21^{\circ}14'$
 Km: 7m
 Tszf: 87'97m



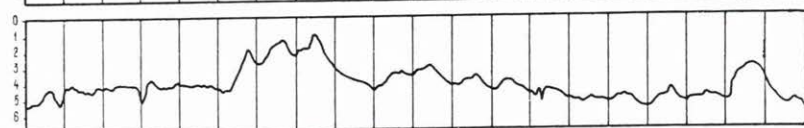
337. Cibakháza

Ész: $46^{\circ}58'$
 K.h: $20^{\circ}12'$
 Km: 8m
 Tszf: 83'13m



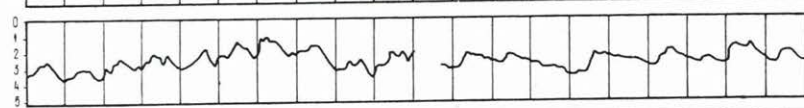
374. Békés

Ész: $46^{\circ}48'$
 K.h: $21^{\circ}08'$
 Km: 7m
 Tszf: 86'49m



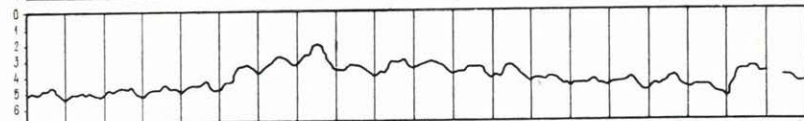
443. Gyula

Ész: $46^{\circ}39'$
 K.h: $21^{\circ}17'$
 Km: 5m
 Tszf: 89'57m



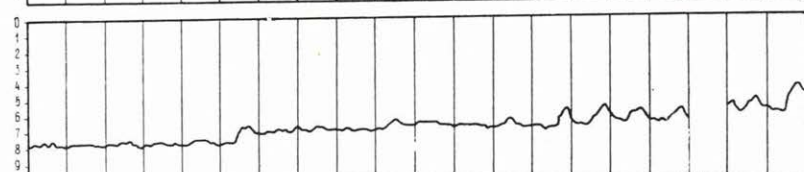
422. Csorvás

Ész: $46^{\circ}38'$
 K.h: $20^{\circ}50'$
 Km: 7m
 Tszf: 92'03m



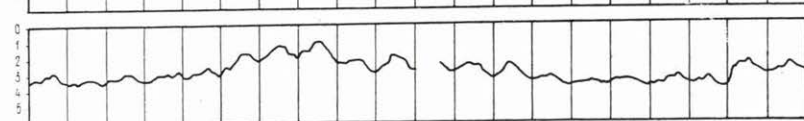
351. Mezőtúrt.

Ész: $46^{\circ}58'$
 K.h: $20^{\circ}31'$
 Km: 40m
 Tszf: 83'84m



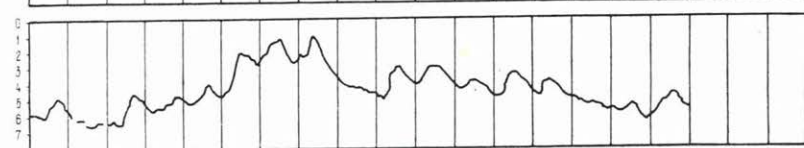
412. Orosháza

Ész: $46^{\circ}35'$
 K.h: $20^{\circ}39'$
 Km: 6m
 Tszf: 89'78m



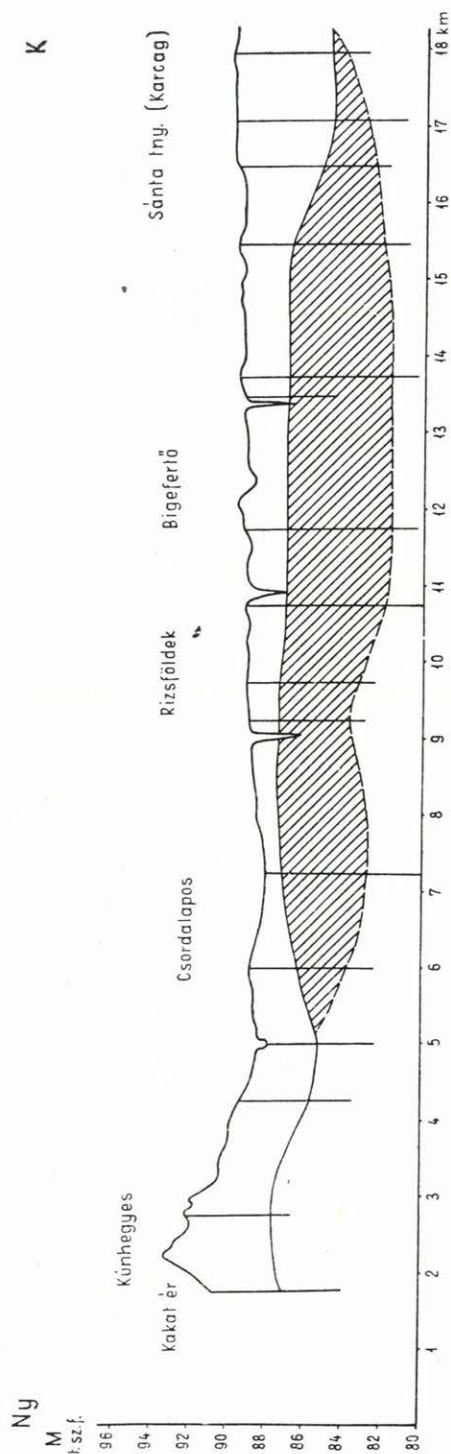
1574. Mindszent

Ész: $46^{\circ}30'$
 K.h: $20^{\circ}12'$
 Km: 8m
 Tszf: 82'71m



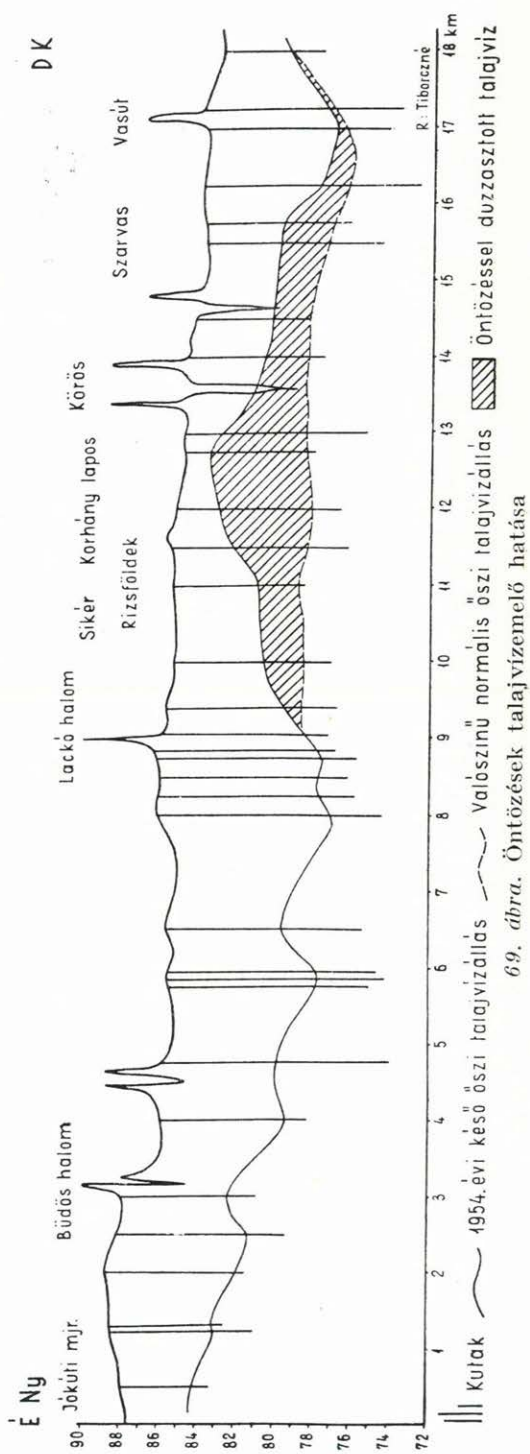
68. ábra. A talajvízszint ingadozása a Tiszántúl déli részén (VITUKI kutak adatai)

K



É Ny

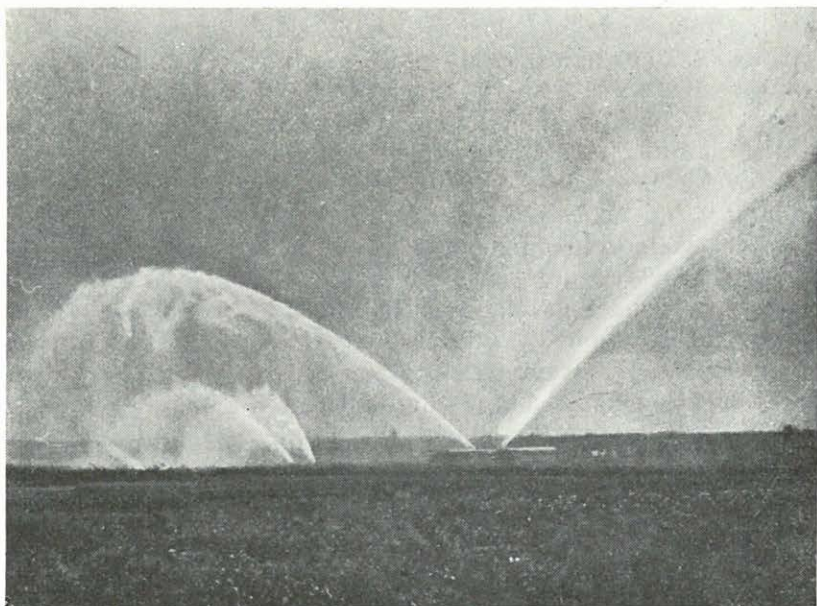
DK



69. ábra. Öntözések talajvízszintjének hatása



5. kép. A csörgedezettető öntözésnél a csatornákból való vízszivárgás megemeli a talajvíz szintjét. Hódmezővásárhely, Palé-telep. (Rónai A. felvétele.)



6. kép. A permetező öntözés a talajvizet közvetlenül nem emeli, de az öntöző hajók számára mélyített nagy csatornák szivárgása igen. Derekegyháza, Klára-major. (Rónai A. felvétele.)

nek. A talajvíz a lösz alján löszös homokban és homokban áll, a duzzasztás következtében a löszben lassan felemelkedik a felszín közeléig.

Az öntözések káros mértékű talajvízszintemelkedésének általános probléma mindenütt, ahol rendszeres öntözés folyik. E káros mellékkörülmény nem akadályozhatja a belterjes öntöző gazdálkodásra való áttérést olyan száraz területeken, amelyeket eddig csak rossz legelőként hasznosítottunk. De gondolni kell a káros mellékhatások kiküszöbölésével. Ez a feladat Alföldünkön mindinkább növekedő jelentőségű, ezért vízügyi szerveink és tudományos kutatásunk egyaránt foglalkoznak vele. A VITUKI, mint a vízgazdálkodás tudományos előkészítésének és tanulmányozásának országos szerve, a talajvízviszonyok és öntözés egymásra hatásának megfigyelését és a káros hatások kiküszöbölésének tanulmányozását — tudomásunk szerint — elsőrendű feladatai közé sorolta.

A talajvízszintemelkedés azonban nem egyedüli veszedelem az öntözéseknek. Sokkal nagyobb veszedelem várható a lösztalajok tömörülése, az átázott lösztalajok roskadása és a felső rétegek talajvizében oldott sók bepárlódása következtében. Ismeretes a talajmechanikai vizsgálatoknak az a megállapítása, hogy a durvalikacsos, vagyis homokliszt finomságú (*Mo*-szemcsenagyságú) talajok igen roskadékonnyak. Sem a homok, sem az iszap és agyag nem veszít térfogatából vízzel való átáztatás esetén annyit, mint a homokliszt-talajok. A tiszántúli talajok majdnem mind *Mo* szemcszerkezetet mutatnak, hiszen a *Mo* a lösz-szemnagysághoz áll közel (0,1—0,02 mm-ig).

A *szikese*dést több helyen a löszanyag hasadékaiban a felszínig felhatoló vízjáratokkal, a talajvíz bepárlódásával és a *felszíni lösz roskadásával hozzuk kapcsolatba*. Ott, ahol a löszfelszín alatt mélyen áll a talajvíz (4—6—8 m-re), nincs szikese

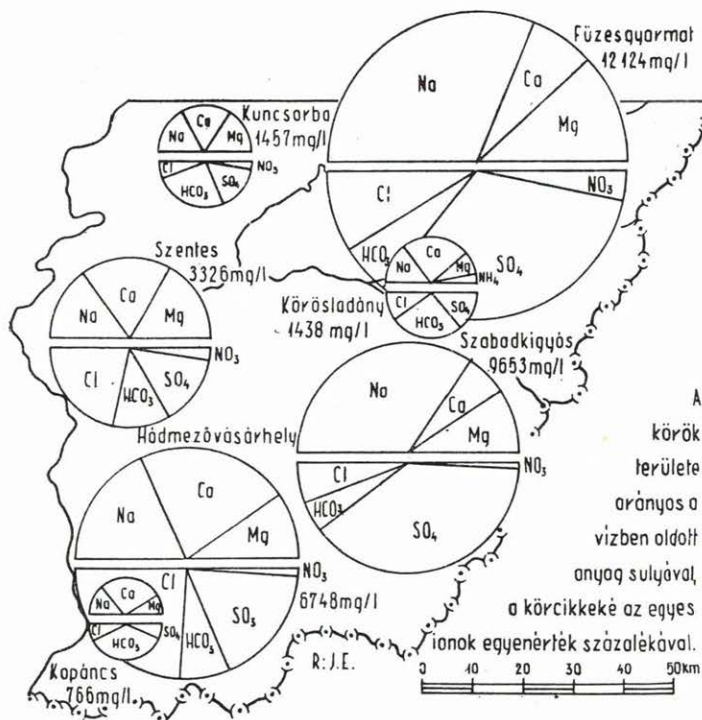
dés, a löszfelszínek legjobb termőföldjeinket adják. Ahol azonban a talajvíz időszakonként rendszeresen a felszín közelébe jut, majdnem minden esetben bekövetkezik a löszfelszín leroskadása, a felszínközeli rétegek összetömődése, a likacsos-levegős löszanyag tömötté, nedves állapotban a víz és levegő számára átjárhatatlanná válása. A löszanyag függőleges hasadékaiban a talajvíztükör erősen ingadozik, mert száraz időben a megrepedező felszín felé nagy az elpárolgás. Az ingadozó szintű talajvíz a hasadékok falán hagyja hátra oldott sóit és eltömi a járatokat. A felülről való benedvesedés csak centiméterekig jut le, ott a megduzzadt sós agyag vízzáróréteggé áll össze.

Bár a talajvíztérképezési munkálatoknak 1953. évben való megakadása a Dél-Tiszántúl talajvízmintáinak begyűjtésében is hiányokat teremtett, sikerült mégis erről a nagyon fontos területről annyi vízmintát szereznünk, hogy elemzési eredményeiből a terület talajvízeinek vegyi jellegét főbb vonásokban ismertetni tudjuk.

A déltiszántúli talajvíz első szembetűnő jellemvonása a magas só-tartalom. Alig van egy-két kis területfolt, ahol az összes oldott anyag súlya 1000 mg/l-nél kevesebb. Szegedtől északkeletre van egy ilyen területfolt, ahol valószínűleg a Maros és Tisza együttes hígító hatása jelentkezik. Az alsó Tiszamentén mutatkozik még egy-két hígabb oldat és a Körösök

mellett néhány nem túlságosan ásványos vízminta. Egyébként a terület többi részén — szerte mindenütt — 3-4-5 ezer mg oldott anyag van literenként a talajvízben, egy-két helyen pedig a 10 000 mg-ot is eléri. *A talajvizet itt legtöbb helyen íhatatlannak kell mondanunk.*

Érthető, hogy az artézi kutak hálózata a Dél-Tiszántúlon épült ki legjobban.



70. ábra. Jellemző talajvíztípusok a Tiszántúl déli részén

A Tiszántúl derekán a nátrium kiugró értékkel szerepel a kationok között. Aránya Békésben és Biharban egészen Szolnok tájáig, gyakran meghaladja az összes kationok 50%-os egyenértékarányát és vannak helyek, ahol a kalcium és magnézium teljesen eltörpül mellette. Az anionok oldalán legtöbb esetben a szulfátion értéke hasonlóan kiugró, tehát glauber-sós vízről van szó. Elterjedt azonban a nátriumhidrokarbonátos, szikes-szódás és a nátriumkloridos sós víz is. Ez utóbbi, különösen a Tisza déli szakaszánál, Szeged körül jelentkezik. Itt néhány vízmintában kimagasló a klorid aránya.

Erősen konyhasós víz van még a Nagykunság déli részén, a Tisza és Hármaskörös vonala közé benyúló területen.

Kalciumhidrokarbonátos jellegű víz, a magyar medence legelterjedtebb víztípusa, a Tiszántúl déli részén nincs képviselve. A kalciumionok aránya általában az egész területen csekély, pedig a felszíni képződmé-

Néhány dél-tiszántúli talajvízminta vegyelemzésének eredménye

Község	Na	Ca	Mg	Cl	HCO ₃	SO ₄	NO ₃	Összes oldott só mg/liter	Ösz- szes ke- mény- ség	Lú- gos- ság
	mg/liter									
Déaványa	53	86	10	18	386	20	11	635	14	6,3
Köröstarcsa	44	62	41	27	422	30	7	665	18	6,9
Szarvas	151	66	33	40	649	19	26	716	17	10,6
Nagyszénás	317	29	10	31	930	—	—	898	6	15,2
Bucsa	234	18	5	23	664	—	—	998	4	10,8
Füzesgyarmat	204	41	21	14	747	—	—	1066	10	12,2
Berettyóújfalu	143	42	70	21	751	23	42	1070	22	12,3
Berekböszörmény	238	93	20	109	353	180	239	1241	35	5,8
Ócsöd	10	220	60	138	855	4	—	1322	45	14,0
Mezőtúr	294	144	52	125	1263	17	—	1314	32	20,7
Békéscsaba	406	11	7	104	747	173	—	1451	38	12,2
Körösladány	119	194	45	100	669	222	—	1439	37	10,9
Vésztfő	221	116	25	24	1039	—	—	1480	22	17,0
Karcag	233	81	67	132	893	62	5	1505	27	14,6
Kuncsorba	183	135	76	64	653	371	44	1530	36	10,7
Orosháza	697	40	4	480	785	86	160	2002	6	15,7
Derekegyháza	499	43	19	118	1286	47	—	2057	10	21,0
Földeák	479	112	121	626	903	187	—	2066	43	14,8
Békéscsaba	415	53	115	104	1303	150	172	2324	34	21,4
Székkutas	532	53	59	194	820	503	80	2293	21	13,4
Szenttamás	326	222	117	257	668	768	41	2400	58	10,9
Déaványa	302	160	163	415	818	262	245	2407	60	13,4
Szeghalom	248	237	163	374	629	662	85	2430	71	10,3
Biharnagybajom	540	236	74	592	769	565	20	2839	50	12,6
Szarvas	396	168	201	332	896	384	627	3004	70	14,7
Fábiánsebestyén	746	24	65	124	1542	454	45	3030	18	25,3
Okány	377	146	241	356	1026	561	—	3057	76	16,8
Szentes	715	36	102	376	1321	152	365	3110	29	21,6
Körösszakál	710	159	58	359	952	383	616	3200	72	15,6
Biharnagybajom	703	293	158	582	632	319	1275	4214	77	10,4
Békésszentandrás	1067	117	205	669	698	1854	10	4627	64	11,4
Szarvas	1179	188	198	1460	918	979	24	4758	72	15,0
Mezőtúr	516	393	465	1047	754	729	1436	5300	162	12,4
Füzesgyarmat	665	407	257	18	791	2699	55	5351	116	13,0
Békéscsaba	1191	98	247	248	1146	2455	6	5406	71	18,9
Mezőberény	1409	113	146	496	938	1188	1539	5800	49	15,4
Biharugra	1273	309	278	368	580	3461	105	6400	107	9,5
Csorvás	1746	95	107	387	1064	3398	14	6546	38	17,4
Mezőtúr	1373	759	307	1511	500	1394	2651	8700	176	8,2
Füzesgyarmat	2515	500	529	986	860	5938	760	12125	192	14,1
Tiszatenyő	2508	430	921	194	790	8544	616	14000	273	12,9
Vásárhelykutas	2978	357	811	161	767	9351	136	14641	237	12,6

nyek — a lösz éppúgy mint a homok — erősen meszesek. Különösen mészegény víz van a Körösök táján és azoktól délre eső területen.

Szolnok körül, a tiszántúli részen a minták nagy magnéziumtartalmúak. Másutt is, sokfelé találunk kimagasló magnézium értékeket. A dél-tiszántúli talajvízben általában több a magnézium, mint a kalcium.

Ammóniumot csak elvétve lehet kimutatni, ellenben mindenfelé

meglepően nagy a nitráttartalom. Szeged körül és a Tisza mellett északabbra is, több mintában találunk 5—10—20 egyenértéknyi % NO_3 -iont. Békésben, Békéscsabától északra, azonban 25—50%-ra is megnövekszik az olyan vízben, amelynek összes oldott anyaga 5—10 000 mg/l között van. A Körös—Hortobágy torkolata körül néhány esetben hasonlóan kirívó nagy a nitrátarány.

A 7. táblázatunk a Dél-Tiszántúlról is közöl néhány elemzési adatot az összes oldott anyag mennyiségének növekvő rendjébe rendezve.

III. A TALAJVÍZTARTÓ RÉTEGEK ÉS A TALAJVÍZ MOZGÁSA

1. A talajvíz származása és mozgása

Talajvíz alatt a földkéregben az első vízrekesztő réteg felett elhelyezkedő víztartó réteg vizét értjük. Ez a víztartó réteg rendszerint a felszínig ér, felülről nem zárja le vizet át nem eresztő réteg és nem tartja a víztükröt nyomás alatt. Azért azt mondjuk, *a talajvíztükrő nyomás alatt nem álló, szabad vízfelület*. A szakirodalom a talajvizet, hasadékvizet, karsztvizet vagy likacsos (szabad hézagokkal rendelkező) egyéb kőzetek vizét, mint egészben vagy részben az első vízrekesztő réteg vagy hézagtalan közettömeg fölött elhelyezkedő vízfajtákat tárgyalja.

A talajvíz felszínét laza üledékben folytonos görbe felületnek tekintjük, amely a felszín domborulatát elsimítva követi. Egy-egy különálló nagyobb zárólencse felett összegyűlő és az összefüggő víztartó réteg talajvizével kapcsolatban nem álló vizet «általajvíznek» szokták nevezni.

Ha az eddig felsorolt, és a nemzetközi hidrológiai irodalomban elfogadott ismérveket szigorúan kívánjuk alkalmazni nagy síkságunk talajvizeire, úgy azt találjuk, hogy *Alföldünk felszínének tekintélyes része alatt talajvíz egyáltalán nincs*. Szabad tükrű vizet ugyanis az Alföld felszíne alatt aránylag kevés helyen találunk. A Tiszántúl nagy részét olyan üledékek takarják, amelyek vízzárók, alattuk az első víztartó réteg vize nyomás alatt áll és a fúrásokban, kutakban feltárt víz egy-két-három métert emelkedik, míg nyugalmi szintjét eléri.

Ha azt mondjuk, hogy ez a nyomás alatt álló, nem szabad tükrű víz nem talajvíz, akkor fel kell adnunk az összefüggő talajvízszint ismervét, mert ugyanaz a vízáadó réteg és ugyanaz a víz helyenként takaratlan és szabad tükrű «igazi» talajvízként jelentkezik a felszínt borító, vizet záró fedőréteg kisebb-nagyobb ablakain.

Nehéz a talajvíz tiszta elhatárolása lefelé is. Alföldünk alatt ritka, kivételes eset az, ha nagyobb területen vízáteresztő felszín alatt víztartó réteget találunk talajvízzel tele és azt lefelé teljesen hézagtalan vízzáró-réteg követi. A szabályszerű eset az, hogy *a talajvíztartó réteget számtalan iszap- és agyaglencse tarkítja, amelyek helyi zárórégekként szerepelnek és a talajvíztartót több emeletre osztják*. A talajvíztartónak nincsen összefüggő, folytonos felületet adó, vizet záró fekéje, amely a mélyebb vízszintek felfelé vándorlását és azok «talajvizével» való keveredését megakadályozná.

A «talajvizet» tehát Alföldünk nagy részén nem lehet elválasztani a felszínközeli mélyebb víztartók vizétől. Kétségtelenül vannak területek, ahol a talajvíz szabad tükrű összefüggő felületű és lefelé, a rétegvizektől folytonos záróréteggel tisztán elválasztott. Ilyen területek a keskenyebb folyóvölgyek, a hegységperemek egyes eróziótól megkímélt részei. De ezek kivételek s Alföldünk belsejéből alig ismertek.

Ha nem akarjuk a nyomás alatt álló felszínközeli legfelső vízréteget a talajvizek családjából kizárni, két választásunk van. Az egyik, ha talajvíznek nevezzük a völgyek, síkságok és medencék laza üledékkel borított területén a felszín alatti első víztartó réteg vizét, tekintet nélkül arra, hogy van-e felette záróréteg vagy nincs, nyomás alatt áll-e vagy sem, mélyebb víztartó szintekkel akár érintkezik, akár nem. A másik lehetőség: talajvíznek nevezzük a laza üledékekkel feltöltött medencékben és völgyekben annak a felszínközeli réteggösszletnek minden vizét, amelynek több emeletben elhelyezkedő vízvezető rétegei egymással kapcsolatban vannak és amelyet összefüggő, nagy kiterjedésű záróréteg rekeszt el a mélyebb vízszintektől. Ezesetben első, második, harmadik stb. talajvízszintről, talajvízemeletekről, talajvíztartományokról beszélhetünk. Nézetem szerint az utóbbi felfogás a helyes, de az irodalom és közvélemény annyira átvette a «szabad tükrű» talajvíz fogalmát, mint egyetlen talajvízréteget, hogy a helyesebb álláspont elfogadásához idő kell.

A talajvíz elnevezés eleve nem szerencsés. Talajnak a felszín légköri behatásoktól és növényélettől átalakult részét nevezzük. A talajban mindig van nedvesség, víz, de ez egészen más, mint amit talajvíznek mondunk. A talajvíz legtöbbször a talajosodott rétegnél mélyebb rétegben áll. A német nyelv helyesen *Grundwasser*-t és nem *Bodenwasser*-t mond a talajvízre; a francia *eau souterraine*-t, az angol *ground water*-t mond és megkülönbözteti ezt a talajban levő nedvességtől, a *soil water*-tól; az orosz *gruntovaja voda*-t használ. Meg kell jegyezni, hogy az angol és francia elnevezés nemcsak a legfelső, szabadtükrű vízre vonatkozik, hanem gyűjtőnév a földalatti vizekre. Kezdetben az angolok is csak a legfelső vízáadó réteg vizére alkalmazták a *ground water* elnevezést, később éppen a földalatti vizek geológus tanulmányozói terjesztették ki értelmét a mélyebb vízáadókra is, felismervén egy családba tartozásukat.

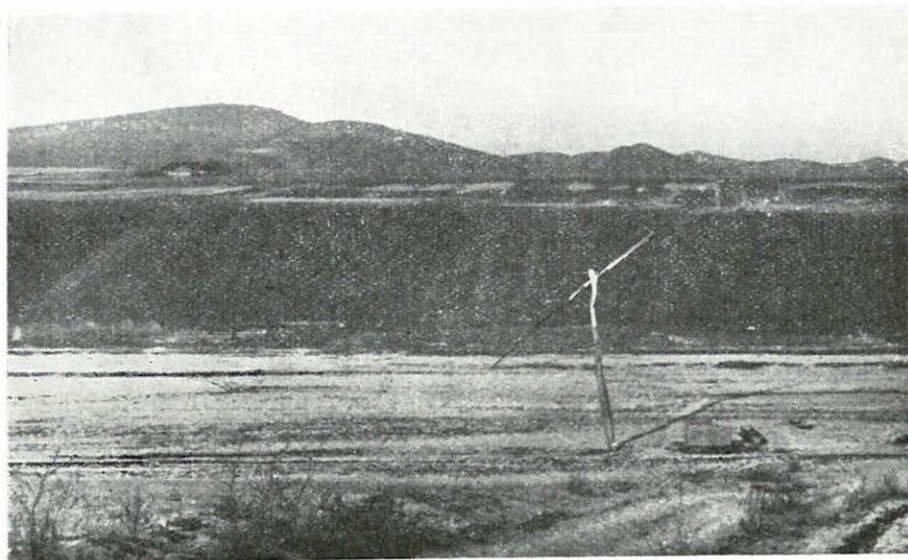
Nem foglalkozom itt a hegyvidéki területek talajvizével. Ott mások a beszivárgási, lefolyási, áramlási viszonyok, mások a megfigyelési lehetőségek is. Különböző talajvízszintek forrásokban kiemelkednek és nem folytatódnak a felszín alatt. A hegyvidékeken nincs olyan nagy területeken összefüggő és kutakkal kitapogatható talajvízszint, mint a feltöltött medencékben.

A hegyvidéki területeken a talajvíz sem gyakorlati, sem tudományos tekintetben nem játszik olyan fontos szerepet, mint a medencékben és völgyekben. Szálban álló, tömör kőzetekben nem szoktunk talajvízről beszélni. Legfeljebb karsztos területeken nevezzük a felszínre hulló csapadékból táplálkozó karsztvizet — olykor — talajvíznek. Legtöbbször azonban karsztvizet, hasadékvizet mondunk. A talajvíz hegyvidékeken

a folyóvölgyek szélesebb-keskenyebb árterére szorítkozik, ahol tükre összefüggő és kiegyenlített.

A földtani és hidrológiai kutatás csak alföldeken és feltöltött medencékben foglalkozik a talajvízzel különleges problémaként. Minthogy e vidékek földtani kutatása fokozottabban csak néhány évtizede indult meg, a talajvízre vonatkozó tudományos kutatások világszerte újkeletűek.

Kisebb medencékben vagy folyóvölgyekben a talajvíz nem sok gondolkodnivalót ad az építőnek vagy mezőgazdának. A hegylejtőkről



7. kép. A hegyperemmel párhuzamosan húzódó régi völgy a Mátra déli oldalán. Keresztirányú újabb bevágódás következtében száraz, talajvízszintje nagyon ingadozó. Az 1953. januári rendkívül magas talajvízálláskor a képen levő 7 m mély kút száraz volt. Borhy tanya Gyöngyöstől keletre. (Rónai A. felvétele.)

a csapadék a völgytalp felé fut le, a völgyekben a talajvíz szintje a terület csapadékosságával arányosan emelkedik vagy süllyed, a talajvíztükről a lecsapoló folyó felé lejt és a folyóvölgygel együtt a nagyobb befogadó folyó, tó vagy tenger szintje felé. Ebben az irányban mozog a talajvíz is, a völgyet feltöltő közet: homok, iszap, kavics áteresztőképességének megfelelően különböző sebességgel. Útjában oldja az átjárt közet oldható anyagait is, és ennek megfelelően változtatja vagy őrzi meg kémiai jellegét. Néha agyaglencsék fölött kis tócsákban áll meg, és tükre nincs folytonos összefüggésben távolabbi területek talajvíztükrével (általajvíz), másutt a felszint betérítő agyaglencsék alatt nyomás alá kerül és elveszíti szabad-tükrű jellegét. Nagyjából ezek azok a megfigyelések, amelyeket a különböző külföldi hidrológiai vagy földtani kézikönyvekben még néhány évtizeddel ezelőtt a talajvízről találhattunk.

Csak a nagyobb alföldek és laza üledékekkel feltöltött nagy medencék talajvizének tanulmányozása tette bonyolulttá ezeket az egyszerű viszo-

nyokat. E területek szakszerű művelés alá vonása vagy éppen az öntöző-gazdálkodás bevezetése, vagy vízrendezési feladatok tették gyakorlatilag igen fontossá a talajvíz rendszeres kutatását. Az angolok főleg Indiában tettek szert különleges tapasztalatokra, a franciák északafrikai gyarmataikon fejlesztették vízföldtani ismereteiket a talajvíz vonalán, az észak-amerikaiak saját nagy alföldi területeik benépesítése és művelés alá vétele során gyűjtöttek rendkívül tanulságos megfigyeléseket. Kelet-Európában és Belső-Ázsiában a régi Oroszország és a mai Szovjetunió tudósai egyaránt számtalan, érdekesnél érdekesebb területet találtak a talajvízviszonyok tanulmányozására s főleg a síkvidéki területeken végrehajtott nagy víz-lepcsőépítések vezettek nagyfontosságú tanulmányokhoz.

Sokfelé épült ki megfigyelő hálózat, térképek is készültek kisebb területekről vagy a talajvíz egy-egy nagyobb árhullámának levonulásáról. De mindeddig nem tudunk nagyobb területek talajvízszintjének összefüggő és részletes térképezéséről, valamint a száraz és félig-száraz, rossz lefolyású, nagy síkvidéki területek talajvízmozgásában jelentkező törvényszerűségekről, a talajvíz eredetének, utánpótlásának útjairól, menetéről. Írnak feltűnő jelenségekről; sivatagi területeken a felszín közelében földalatti talajvízfolyókról, különlegesen mély talajvízszintek közelében előforduló magas talajvíztavakról, különleges domborzati helyzetben található talajvíztükrőről, de nagyobb terület teljes talajvízomborzatát és annak földtani értelmezését vagy az utánpótlás útjainak és forrásainak feldolgozását eddig nélkülözzük.

Honnan ered az Alföld talajvíze, honnan táplálkozik? Az ország-terület kb. 1,2 millió ázott kútjából naponta kb. $\frac{1}{3}$ millió m^3 vizet emelnek ki, évente 120 millió m^3 -t. Ennek sokszorosa távozik el nyári napokon párolgás révén, olyan területeken, ahol a talajvíztükrő a felszín közelében van, és a felszín likacsos, nagy szabad hézagterefogatú közet. Honnan pótlódik ez?

Tapasztalat, hogy nedves, *csapadékos években a talajvíz szintje ország-szerte emelkedik, száraz években süllyed*. A talajvízjárás tehát az időjárás, elsősorban a csapadékmennyiség és párolgás függvénye. Ezt a megfigyelést egyszerű szabálynak tekintették olyan módon, hogy feltételezték, hogy a felszínre hulló csapadék egy része beszivárog a földbe, leszivárog a talajvíztükrőig és szaporítja a talajvizet. Ha a talajvíznek az Alföldön csak a földkéregben elhelyezkedő, szabadtükrű vízfelületet tekintjük, akkor ez a megállapítás nagyjából elfogadható. Bár a szabadtükrű talajvízszint is sok esetben olyan mélyen helyezkedik el, hogy a félig száraz éghajlatú Alföldön a felszíni benedvesedés odáig ritkán vagy sohasem ér el. De ha az Alföld tekintélyes részén a felszíni zárórétegek alatt elhelyezkedő első vízszintet is talajvíznek tekintjük — mert a fentebb már részletezett okoknál fogva másnak nem minősíthetjük —, akkor ezt helyi csapadékból közvetlenül tápláltnak nem mondhatjuk. A szabadtükrű talajvíz helyi csapadékból való táplálkozásával is baj van, ha a talajvíz mélyebb rétegek vizével érintkezik, mert a mélyebb víztartó szinteket a zárólencsék sokasága választja el a felszín áteresztő rétegeitől, a helyi csapadék tehát nem

tud hozzájuk férkőzni, illetve csak úgy, ha oldalirányban kisebb-nagyobb utat tesz meg. A talajvíz tehát máshol jelentkezik, mint ahol beszivárgott.

Az a kevés vízáteresztő ablak például, amely a Tiszántúlon, annak különösen középső és déli részén a vízzáró felszint megbontja, távolról sem tud annyi vizet elnyelni, hogy ebből az egész terület talajvízes rétegösszelete táplálkozzék.

Minthogy az Alföld tekintélyes részén vizet záró vagy nehezen átteresztő képződmények vannak a felszínen több méter vastagságban és ezeken a helyi csapadék említésre méltó mennyiségben nem szivároghat át, a felszín alatt mégis megtalálható víz nem a helyi csapadékból, hanem máshonnan származik. *Hazánk alföldi területe 43 000 km²-re tehető és ezen a területen kb. 23 000 km²-t vízrekesztő agyag, agyagos lösz és szikes borít.* További területeink is vannak, ahol a felszín keskeny vízáteresztő rétege alatt vízrekesztő réteg van és a talajvíz az alatt helyezkedik el (lepelhomokkal borított területek). A talajvíz tükre a nem vízáteresztő rétegek alatt is nagy területeken 5–6 m, vagy annál nagyobb mélységben található, tehát még akkor is ki volna zárva a talajvízzel való érintkezés lehetősége, ha egyébként bőséges csapadék hullana a területre.

Az Alföldön az évi átlagos csapadék alig elegendő a növényzet táplálására. A nyári csapadék nagy része a párolgásnak esik áldozatul, hosszú, esős időszakok sem nedvesítik át nyáron 20–30 cm-nél mélyebben a talajt. Egyedül a téli csapadék jut le mélyebbre a felszín alá, de az átnedvesedés ritkán haladja meg az egy-másfél métert. *Érintkezés a beázás alsó határa és a talajvíztükrök között csak ott van, ahol vízáteresztő felszín alatt a talajvíztükrök télen egy-másfél méternél nem áll mélyebben és ahol a terület, domborzati helyzeténél fogva, más területekről is kap lefolyó felszíni vizet.* Ez vonatkozik az alföldperemekre, a Nyírség völgyeire, a Duna–Tisza közí homokhátság vápáira és a Duna jelenkori árterének egyes részeire, ahol durva homok vagy kavics van a felszínen vagy a felszín közvetlen közelében (87, 142).

Az a tétel, hogy Alföldünk nagy részén a talajvíz nem közvetlenül a területre hullott csapadékból táplálkozik, a magyar hidrológusok körében igen sok ellenvetésre talált. A régi tétel, hogy a lehulló csapadék egy része — bármily területen — elpárolog, a másik része lefolyik, egy harmadik része pedig a talajba beszivárogva a talajvizet táplálja, egyszerű és a felszínes megfigyelésnek megfelelő volt. Már a három rész mennyiségi arányáról nem volt ilyen egyszerű és «szemre» elfogadható tétel. Az a kezdetben itt-ott felvetett becslés, hogy a csapadék a különböző három úton gorombán egyező $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{3}$ arányban oszlik el, már kezdetben és szemre sem volt elfogadható. A lefolyó mennyiséget később a lecsapoló folyók vízszállításával próbálták mérni. A párolgás mérésére is sokféle módszert alkalmaztak. Egyik a szabad vízfelületek párolgásának vizsgálata volt. Ennek eredménye azt mutatta, hogy szabad vízfelületekről az Alföldön az egész évi csapadéknál nagyobb mennyiség tudna elpárologni. A beszivárgást és a talajból való párolgást lisimeter-kísérletekkel igyekeztek meghatározni. E mérőberendezésekkel nagyobb talajtömb vízháztartását eredeti

helyén mérik. Bár ezek sem adnak a természetes viszonyokkal teljesen egyező és a valóságos folyamatokat visszatükröző eredményeket, mégis a talajba való beszívargás mértékét (mennyeiségben és mélységben) olyan-nak mutatják, amelyek szerint a mi hőmérsékleti és talajviszonyaink mellett a felszíni csapadék alig érheti el a talajvíz szintjét és lényeges mennyiséggel nem táplálhatja azt.

Nem lévén azonban más magyarázat a talajvíz eredetére és időnkénti szintemelkedésére, hidrológusaink az ellentmondó kísérleti eredményekkel szemben is megmaradtak a régi elv mellett, amely a talajvizet és annak utánpótlását a helyben lehulló csapadékból származtatja.

Érdekes itt megemlíteni, hogy amikor hazánkban a Vízirajzi Intézet 1933-ban elindította az országos talajvízfigyelő hálózat kiépítését és átvette a különböző más szervek által felállított csökutak egy részét, az első adatfeldolgozások során a talajvízkutak vízjárási görbéi mellett feltüntette a legközelebbi csapadékmérő állomások csapadékmennyiségi görbéit is. A tapasztalat azonban az volt — és erről a Vízirajzi Évkönyv-be is számolt —, hogy *a csapadékhullás és talajvízjárás között kimutatható összefüggés nincs.*

Az 1950—1951. évi földtani térképezés és a térképezés közben lemélyített fúrások tapasztalatai a csapadékvíz és talajvíz kapcsolatát a Duna—Tisza közén határozottan cáfolták. A homokhátságon is, ott, ahol a felszínt több méter vastagságban futóhomok borítja, tehát könnyen áteresztő közet (a futóhomok gömbölyített szemű, eléggé osztályozott, laza homok, amelynek szabad hézagterfogata nagy), a kora tavasztól késő őszig tartó fúrások száraz szakaszt találtak a benedvesedett felszín és a talajvíz tükre között. Ez volt a tapasztalat később a Tiszántúlon is, a Nyírség déli szegélyén, a Sárréten és a Dél-Tiszántúlon, Békéscsabától délre húzódó homokdombokon is.

A talajvíz szintje állandóan szakaszosan emelkedik vagy süllyed. Süllyed a vízszint nyári nappalokon és emelkedik éjszaka. Kifejezettebb ütemet találunk a talajvízjárás évi menetében. Nyár elején a kutak vízszintje süllyedni kezd és ősz elején mélypontra ér, késő ősszel indul emelkedésnek és tavasz végén éri el legmagasabb állását. Hosszabb periódusú ingadozást is megfigyelhetünk. 14—16 évenként a talajvíz különlegesen nagy, illetve kis vízállást foglalhat el és az évszakos ingadozás ennek a hosszabb időszakú emelkedésnek, illetve süllyedésnek menetébe illeszkedik (188).

Sokan végeztek összehasonlító vizsgálatokat a csapadékhullás és talajvízjárás menete között, de az Alföld belsejében ezek az összehasonlítások összefüggést sohasem árultak el. Az Alföld peremén, sekély talajvízállásnál, az összefüggés nyilvánvaló. Minden többnapos nagyobb eső kisebb-nagyobb mértékben megemeli a talajvíz szintjét. Az Alföld belsejében azonban a csapadék közvetlen befolyása nem mutatható ki. A helyi megfigyelések elégtelensége miatt (a VITUKI kutakban is csak 3 naponként észlelnek) nagyobb periódusok összehasonlítása vált szükségessé. Így a helyi apró zavaró körülményekből, vagy esetleg mérési hibákból származó tévedések is eltörpülnek. Bemutatjuk itt néhány Duna—Tisza

közi talajvízmegfigyelő kút és ott levő meteorológiai állomás csapadék-adatainak összefüggését.

A régi Vízhajó Intézet, majd a VITUKI keretében BOGÁRDI JÁNOS foglalkozott a talajvízjáték alakulásának megfigyelésével. Ő is elsősorban a helyi csapadék és a talajvízállás közötti korrelációt kutatta. Eredményei sokáig nemlegesek voltak. Csak amikor az általános csapadékvizonyok hosszabb időtartamú adatsorát is bevonta számításaiba, kapott összefüggőbb eredményeket (13, 14).

Feltűnő volt az is, hogy — azonos időjárási viszonyok mellett — az Alföld különböző figyelt kútjainak egy részében áradó, más részében — területileg nem távol — apadó vizet mutattak ki. (Lásd Vízhajó Adatok havi füzeteit.)

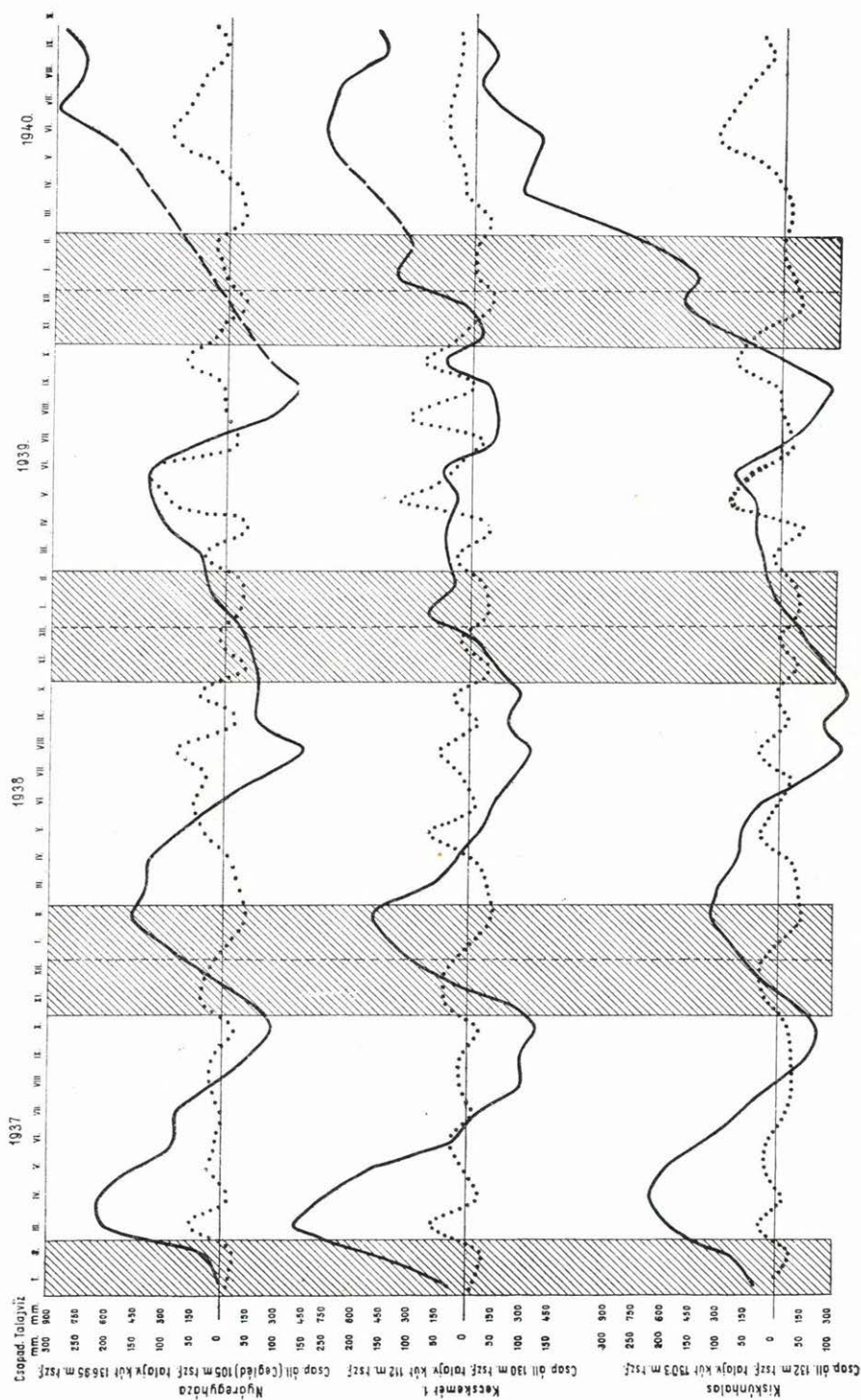
A talajvíznek a felszínre hullott csapadékból való táplálkozása mellett szólt az a tény, hogy a víztükör nagyjából követi a domborzatot, mélyedésekben mélyen, dombokon magasan áll a tenger szintjéhez viszonyítva. Ha kis mélységben összefüggő záróréteg kísérné a vízvezető felszíni réteget, úgy nem is lehetne más magyarázatot adni ennek a jelenségnek, mint ahogy egyes folyóvölgyekben és az Alföldön helyenként (pl. a Nyírség völgyeiben) ez a helyzet. Sokkal több azonban az olyan terület, ahol az áteresztő felszíni réteg alatt nincs közelben záróréteg, vagy az nem összefüggő. A csapadékvíz tehát akadálytalanul szivároghatna mélyebbre, vagy áramolhatna a völgyek, alacsonyabb térszínek felé. Egy másik gondolkodásra készítet megfigyelés, hogy a Duna—Tisza közén a homokdombokban általában közelebb áll a talajvíztükör a felszínhez, mint a löszterületeken, a kevésbé áteresztő rétegekkel fedett tájakon, akkor is, ha a homokdombok abszolút magassága nagyobb, mint a löszpáztáké.

Honnan származhatik a talajvíz az Alföld nagy részén, vagy honnan pótlódhatik, ha nem a helyi csapadékból?

Származhatik alulról ún. *rétegvíz*ből. Ez a legvalószínűbb magyarázat. De honnan származnak a felszínközeli rétegvizek?

Származhatnak üledékvízből. A lassan süllyedő alföldi teknőben, illetve medence-rendszerben a 20—30% vizet tartalmazó üledékek mind nagyobb nyomás alá kerülnek. Hőmérsékletük emelkedik, tömörülnek, a bennük levő víz nagy nyomás alá kerül s ha utat talál felfelé, kisebb nyomás alatt álló rétegek felé, felemelkedik. Ezt a magyarázatot adta PÁVAI-VAJNA FERENC az artézi víz és a felszínközeli «rétegvizek» keletkezésére, sőt a talajvíz azon részére is, amelyik az erózióbázis alatt helyezkedik el (111). Ezek a vizek egymással a különböző záró és vezető rétegek labirintusán át érintkezést tartanak és különböző erőviszonyok hatására érkeznek a felszín közelébe. Ez a megtett úttól, az eredeti nyomástól és a közegellenállás okozta súrlódástól, valamint a kapilláris erők befolyásától függően rendkívül változó. A víz felszín alatti mélységét ezek az erőviszonyok és a felszín földtani jellege szabja meg.

Kaphat-e ez az üledékgyűjtő medence, amelyben a vízáteresztő rétegek vízzel vannak tele, máshonnan, mint a tömörülő üledékek fosszilis vízből utánpótlást?

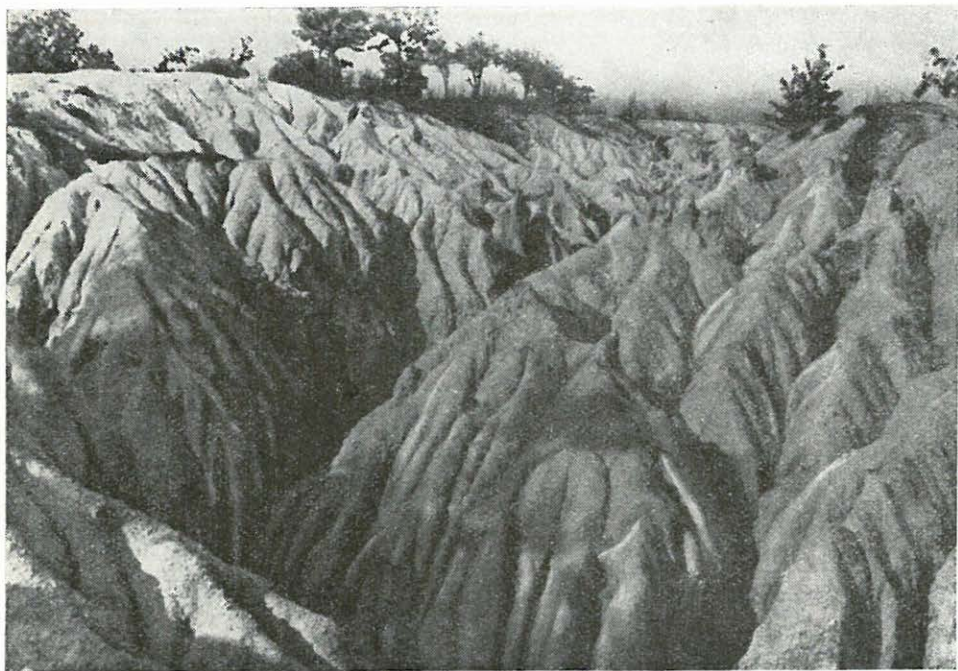


72. ábra. Csapadék- és talajvízjárték a Duna—Tisza köze három megfigyelő helyén

B. F. 1940. A.

Kaphat. A felszínről beszivárgó csapadékvíz és a folyókból, tavakból elszivárgó, végeredményben szintén csapadékból származó víz táplálhatja a víztartó rétegek vizét.

Hol kaphat az üledékgyűjtő medence a felszínről csapadékvizet? Ott, ahol a felszínre sok csapadék hull és domborzata olyan, hogy kis területen sok víz gyűlik össze, kevés a párolgási veszteség és könnyű a beszivárgás; tehát a talaj vízáteresztő és hézagainak nagy része nincs eleve vízzel kitöltve. Ilyenek a hegy- és dombvidékek kiemelt kavicsstakarói,



8. kép. Az Alföldet körülvevő hegyvidékek eruptív kőzeteinek, különösen a vulkáni tufáknak hasadéakai a csapadékvíz legjobb nyelői. Felszíni csapadékvíztől kimart riolittufa a Mátra északi lábánál. Tordashegy Kazár mellett. (Pellérdy L.-né felvétele.)

a magasan fekvő durva homok és homokkőfelszínek, a karsztos mészkőterületek, a hegylábak és völgyek törmelékletői és — nem utolsósorban — a hegyvidékek tömör, vizet át nem eresztő, de repedezett kőzetei, amelyeknek hasadéakai valósággal nyelik a csapadékvizet és úgyszólván minden párolgási veszteség nélkül vezetik le a mélybe.

Hogyan kerül a hegyvidékeken elnyelt csapadékvíz az üledékgyűjtő nagy medencék víztartó rétegrendszerébe? Egyrészt a folyó-allúviumok kavicságyain és a peremekről az Alföld belsejébe benyúló s mindinkább elsüllyedő törmelék-kúp-kavicsokon, homokokon át. Másrészt a hegyoldalakra támaszkodó laza üledékek vízvezető rétegein és a vízzáró rétegek repedésein, járatain, hasadékein át. A tömör kőzetek a hegylábakat le-

takará fiatalabb üledékek alatti mállott, repedezett felületükön átadják vizüket vagy annak egy részét a rájuk boruló laza üledékeknek. Ezek az üledékek tányérszerűen egymás fölé illeszkedve levezetnek az Alföld belsejébe. A bennük mozgó víz hidrosztatikai nyomás alatt áll és nyomul lefelé a megsüllyedt réteggel együtt az Alföld mélye felé. Minél magasabban van a hegyvidékeken a laza üledék rétegfeje, rendszerint annál mélyebbre vezet le az Alföld mélyébe. A felettük következő újabb és újabb rétegek mind kisebb eséssel és kevésbé mélyre vezetnek. *Nem szükséges, hogy a csapadékvíz molekulái rövid időn belül tényleg eljussanak a hegyvidéki befogadó területekről az Alföld mélyébe, hogy ott az üledékvizet szaporítsák. De nyomásukat továbbadják és fenntartják az egész víztartó- és vezetőrendszer telítettségét, egyensúlyát, pótolják a természetes és mesterséges megcsapolás folytán elszenvedett veszteségeket.* (Természetes megcsapolás lehet a folyókba, tavakba, tengerbe ömlő artézi-, réteg- és talajvíz, az elpárolgó víz; mesterséges megcsapolás módjai: a kutak, aknák, csatornák.)

Az Alföld mélyében raktározódó és az említett utakon állandóan pótlódó víz a különböző mélységekben különböző, a mélység felé növekvő rétegnomás alatt áll. Ez hajtja fel a vizet a felszín közelébe a vízvezetők labirintusán és a vízzáró rétegek hasadékein, törésein át. A rétegnomás a mélységgel arányos, tehát a domborzatnak megfelelően emelkedik a víz a felszín közelébe és csak a megtett útvonalon szenvedett nyomásvesztések, a felszínközeli és felszíni rétegek áteresztőképessége, esetleg felülről származó vízzel vagy levegővel teltsége, vagy lefedettsége szabja meg azokat a kisebb különbségeket, amelyek a talajvíz tükrének felszín alatti elhelyezkedésében a domborzattól eltérően jelentkeznek.

Itt kell hangsúlyozni, hogy vízvezetés szempontjából az Alföld felépítésében résztvevő ún. «záró» agyag-, tömött iszaprétegek sokkal fontosabb és egészen más szerepet játszanak, mint eddig gondoltuk. *A leggyorsabb vízmozgás, vízszintesen és függőlegesen, nem laza homokban vagy éppen iszapban megy végbe, hanem agyagban.* Számtalan fúrásunk bizonyítja, hogy a talajvizet és mélyebb felszínközeli rétegvízszinteket gyakorta agyagban találjuk. A legjobb és vizet legbiztosabban szolgáltató talajvíz-kutak agyagjáratokból kapják vizüket. Ez természetesen főleg a felszínhez közeli agyagrétegekre jellemző. A kútúrók és furatok az Alföldön jó «vízeret» keresnek. A száraz homokba mélyített kutakból — ha eléri az agyagot — néha menekülésszerűen kell a kútásónak távozni, mert az agyagból különböző vastagságú, néha deciméteres hasadékon át, nagy nyomással tör fel a víz és elönti a kutat.

Ugyanilyen hasadékok vezethetik le a peremekről is a vizet az Alföld belseje felé. *Ennek a vízmozgásnak a sebessége nem mérhető a különböző szemcseösszetételű «vízvezető» rétegek szivárgási sebességéhez. A «k» tényező itt nem alkalmazható.*

Ahol a talajvíz nem zárórétegek hasadékaiban, hanem vízvezető közegben áll, a lejtés- és nyomásviszonyok mellett általában a szemcse-szerkezet és a szemcsék elhelyezkedése szabja meg mozgási sebességét. De még itt is az a helyzet, hogy a finomszemcséjű vízvezetőkben is «erek»

vannak, kissé durvábbszemű rétegek, folyosók és ezeken át nem az átlagos szemcsenagyságnak és eloszlásnak, szemszerkezetnek megfelelően áramlik a víz, hanem annál sokkal gyorsabban.

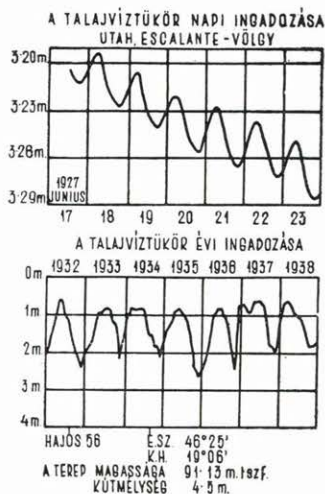
A déltiszántúli szikesek alatt 1955 nyarán végzett talajvízkutatások során a 15—20 m hosszúságban és 2 m mélységben lemélyített futóárkokban tisztán lehetett észlelni *a lösz alatti finom homokban a víz erekben való mozgását*. Az árkokban 2 m mélységig száraz anyagban haladt az ásó. A futóárkok száraz fenekére 10—20—50 cm-rel magasabbról az árok falából lyukakon, ereken csurgott le a víz, vagy egyes helyeken a fenéken buzgárszerűen tört fel. A víz nem járta át az egész anyagot, csak annak hasadékait és az átvágott hasadékok vize ürült az árok fenekére. Az Alföld legnagyobb részén finom homok, iszapos homok, iszap a víztartó. Durva homokot vagy kavicsot az Alföld belsejében felszínközelen nem találunk. *Az alföldi talajvizek oldalirányú áramlásánál tehát a víztartók átlagos átteresztőképessége nem tükrözi hűen a bennük lefolyó mozgásokat, azok vízbőségét és a szivárgás sebességét.*

Ha felszín alatt a víz oldalirányú áramlásával számolnunk kell, mert másképpen nem tudjuk a talajvíz jelenlétét az Alföld jórésze alatt megmagyarázni — de a mélyebb, megcsapolt rétegek vizének utánpótlódását sem —, akkor *földalatti erózióról* is kell beszélnünk. A mozgó víz anyagot, hordalékot is szállít oldott és lebegő állapotban. Valószínű, hogy *a földalatti vízfolyások, áramlások rendszere ugyanúgy élő, változó, fejlődő rendszer, mint a felszíni folyóké*. Az utak, csatornák szűkülnek és tágulnak, eltömődnek és kivésődnek, lejtésük, anyagszállításuk is változik. Ezért nem lehet egyelőre az alföldperemekről az Alföld mélye felé áramló víz útját pontosan végigkísérni, a levonuló víz áramlási sebességét kiszámítani, a pótlódó vízmennyiséget keresztmetszetek és hézagtérfogat alapján kiszámítani.

Az ellen a feltevés ellen, hogy az Alföld nagyobb részének talajvize nem helyi csapadékból származik, hanem messzi úton, a peremek felől pótlódik, döntő érvként azt szokták felhozni, hogy az Alföldön szerte úgyszólván minden kútban egyszerre, az őszi beálltával kezd emelkedni a talajvíz szintje. Tehát az őszi esők helyi hatása jelentkezik bennük. Ha messzi területekről jönne az utánpótlás, akkor időbeli késleltetéssel jelentkezne aszerint, ahogy az Alföld belseje felé haladunk az utánpótlást szolgáltató peremekről. Ilyen késleltetés az évszaki ingadozásban valóban nincs (172, 173, 174). Az ellenvetés mégsem helytálló. Az őszi esők és az emelkedő talajvízállás közötti párhuzam az Alföld terjedelmes részein csak látszólagos. Az őszi nálunk általában csapadékos, illetve a csapadékból kevesebb a párolgási veszteség, mint nyáron. A kutak vize is ősszel kezd emelkedni. De ez még nem bizonyítja az oksági összefüggést. Sokszor száraz, igen száraz ősünk van és a talajvíz emelkedése mégis megkezdődik a száraz időszak alatt. Viszont sokszor túl sok eső esik ősszel és a talajvíz nem emelkedik ennek arányában a kutakban. Az egyszerre való emelkedés és süllyedés is csak első látszatra igaz, számtalan kivétel van ez alól is.

A talajvízjáték magyarázatára kitűnő segítséget nyújt a legkisebb időtartamú színtingadozás vizsgálata. *A talajvízjárásnak évi menete mellett*

határozott napi menete is van. Nyáron nappal süllyed a vízszint a nem használt kutakban is, éjszaka emelkedik (188). Nem azért, mert minden éjszaka esik az eső, hanem mert nappal a párolgás és növényi fogyasztás a talajvízszintre leszívó hatással jár; éjszaka a leszívás csökken, vagy szünetel, helyreáll a nyugalmi vízszint. *Alulról és nem felülről pótlódik a víz.* A leszívás nyomáscsökkenéssel jár, alulról a nyomás törekszik kiegyenlíteni a lesüllyedt felszínt és a leszívás szünetében valameddig ki is egyenlíti. Ugyanennek a jelenségnek vagyunk tanúi évszakos méretekben



73. ábra

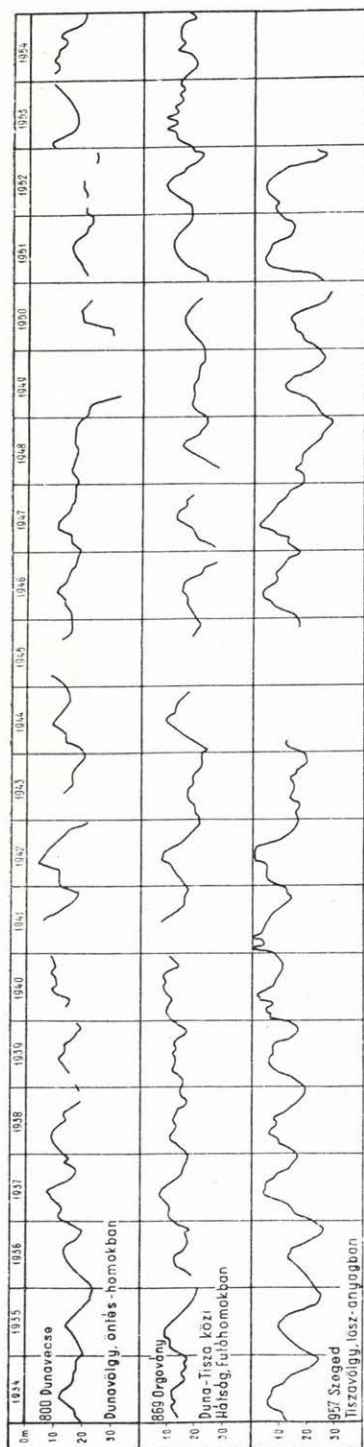
nyáron és ősszel. Nyáron az erős párolgás és az új szervezeteket felépítő növényi élet sok vizet von el a talajtól, a talajvíz szintje süllyed, leszívási szint jön létre. Amint ősszel a nagyarányú párolgás megszűnik és a növényzet is csökkent életműködésre áll be, az alulról felfelé ható nyomás törekszik a leszívást kiegyensúlyozni; ősszel az Alföldön általában mindenütt emelkedni kezd a talajvíz szintje, akár esik az eső, akár nem.

A napi ingadozás görbéje egy nagyobb hullámhosszú évi görbe mentén halad fel- és lefelé. A talajvízjáték menetére hatnak az általános esőzések, egyes helyeken, ahol a közvetlen érintkezés a helyi csapadék és a talajvízszint között megvan, a helyi esők is. A vízszintingadozás menetét azonban az Alföld nagy részén az általános kiegyenlítődés határozza meg. A helyi eltérések a talajvíz szintjének átlagos mélysé-

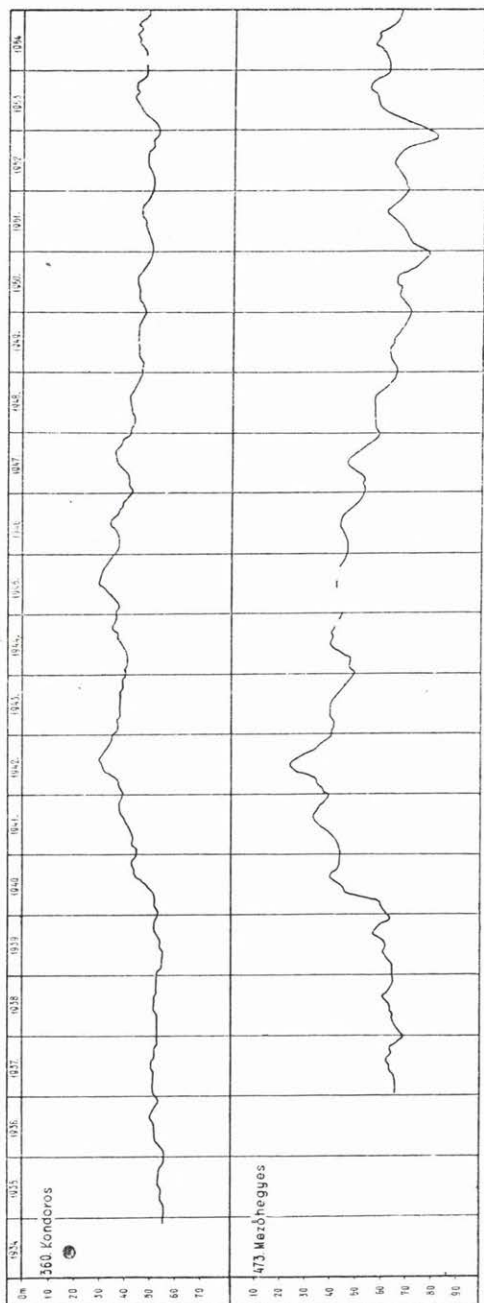
gével, a víztartó és fedőréteg anyagi és szemcseösszetételével, domborzatával és a zárórétegek, lencsék elhelyezkedésével függnek össze.

A talajvízszint emelkedésének és süllyedésének mértékéről az Alföldön már elég megbízható képünk van. Az ország többi részén nincsen elég régóta megfigyelt talajvízkút és így ismereteink hézagosak, vagy éppen hiányoznak. A Kisalföld kavicsal feltöltött térségein és általában másutt is, ahol durva kavicsban áll a víz és nem közvetlen folyóközelségben vagyunk, a talajvízjáték kicsiny. A talajvízjáték általában összefüggésben áll a talajvíztartó réteg hézagterfogatával és szemcseösszetételével. Minél finomabb szemű üledékben áll a talajvíz, tükre annál szélesebb határok között ingadozik. Az ingadozás mértéke a talajvízszint terepalatti átlagos mélységétől is függ. A mély talajvíz szintje évszakonként keveset mozdul. Ellenben hosszú évsort vizsgálva, a nagyobb periódusú ingadozás éppen a mélyen elhelyezkedő és rendszerint finomabb szemű rétegben tárolódó talajvíz szintjét emelik, vagy süllyeszti tekintélyesen. A Tiszántúl közepén, vagy déli részén több méter vastag löszfelszín alatt a talajvíz-tükör évente alig 1 m-nyit ingadozik, ellenben 16—17 év alatt 5—6 m-t is elérhet a szintkülönbség.

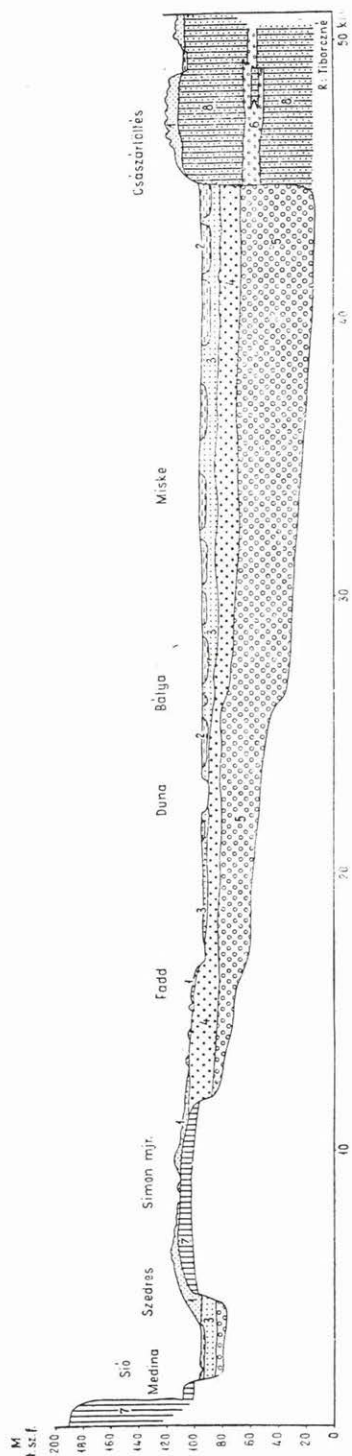
A folyók talajvízduzzasztó és leszívó hatásával nálunk is, külföldön is sokat foglalkoztak. Alföldünkön és a Kisalföldön végzett részletes víz-



74. ábra. Példák a talajvízjárásra a Duna—Tisza közén. (VITUKI kutak adatai)



75. ábra. Példák a talajvízjárásra a Tiszántúl déli felén. (VITUKI kutak adatai)



76. ábra. Földtani szelvény Medina és Császártelek között. Szerkesztette: ERDÉLYI MIHÁLY (1955).

Jelmagyarázat: *Holocén*: 1 futóhomok; 2 lösziszap; 3 folyami homok; 4 folyami homok; 5 kavics; 6 murvás kavics; 7 lösz; 8 Hátság összevont pleisztocén rétegsora

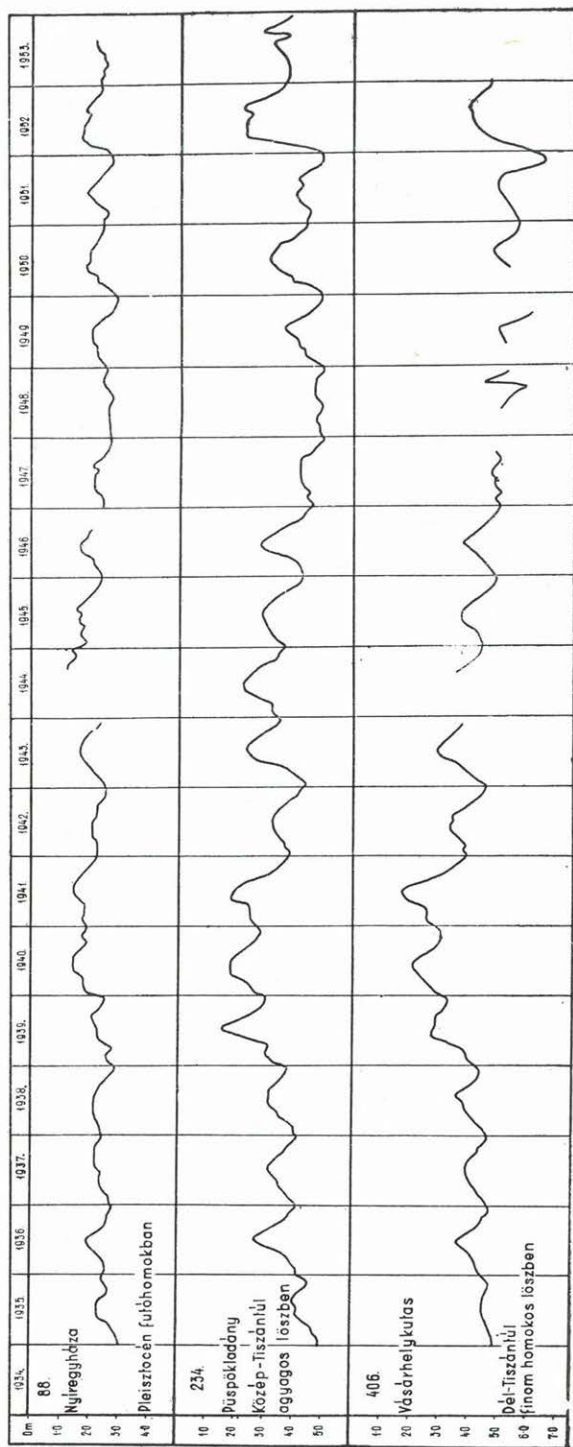
gátatok mutatják, hogy nagy folyóink a talajvíz szintjének ingadozására 2–3 km távolságon túl már nem hatnak. A felső Tisza mentén és a Kisalföldön, a Szigetközben (46) végeztek erre nézve pontos vizsgálatokat. Nincs azonban még tisztázva az eltemetett régi folyómedrek hatása. Nagyobb és durva hordalékot szállító folyóink völgyét úgy kell felfognunk, mint hatalmas földalatti vízáramlási csatornákat. A Duna a Kisalföldön vastag kavicságyon folyik, medre alatt a törmelékkúp kavicsának vastagsága néhol a 100 m-t is meghaladja, Duna–Tisza közti szakaszán is helyenként 20–30 m vastag kavicságya van, 10–20 km szélességben (26, 149). Ebben a széles és mély, laza üledékkel feltöltött völgyben sok víz vonul le, ehhez a nagy víztömeghez képest a nyílt Dunameder vize csekély. A hegyvidékről lesiető és kavicssal feltöltött medrű, kisebb folyóknál ugyanez a helyzet. A Tisza és Körös már nem hoz durva hordalékot az Alföld közepére, de medrük alatt többfelé található durvább homok és a régi durvább üledékű medrek bekanyarogják a Tiszántúl altalajának nagy részét is. Ezekben gyorsabb a vízmozgás s egyes helyeken az élő folyó érintkezik vízával, az áradás és apadás rajtuk keresztül messzebb területre is éreztetheti hatását. (A felszín közelében vannak természetesen eliszapolódott, régi medrek is, jelenkori eltemetett holtágak, elhagyott morotvák. Ezek nem vízvezető földalatti csatornák, hanem éppen vízárázó lencsék. De mélyebben az Alföld térszíne alatt mindig megtaláljuk a durvább üledékű medreket is.)

Alföldi folyóink vízjátéka 8–10–13 m, partjaik közelében a talajvíztükör ingadozása is elérheti a 7–8 m-t. Vannak azonban megfigyeléseink arról is, hogy a folyók közvetlen közelében levő kutak sem érzik meg erősen a

folyók vizjárását. A Duna mellett is vannak ilyen részek. A pesti terasz talajvizét sem befolyásolják erősen a Duna vízállásváltozásai, a mohácsi terasz talajvizében az 1954. évi nagy árvíz idején hasonló tapasztalatokat nyertek. Ezzel szemben a Duna—Tisza között, a Hátság nyugati szélé mentén, igen erős lüktetésű talajvízjárást ismerünk s ez összefüggésben áll a Dunavölgyben, régi mederkavicsban és törmelékűpban áramló vízzel s ezen keresztül az élő Duna szint-ingadozásaival is.

A folyóvizek melletti élénk talajvízjárás a folyóktól távol elcsendesedik. A szintemelkedés és süllyedés az Alföld nagy részén igen lassú. A folyóktól távol, hetek alatt centiméteres nagyságrendű vízszint-változásokat mérnek.

Az *alföldi hátságok területén* (Duna—Tisza köze, Nyírség) a talajvíz *játéka általában kicsiny*; a mélyebben fekvő ártereken nagyobb. A homokban kisebb talajvízszint-ingadozást mérnek, mint az iszapban. A Duna—Tisza között a folyóktól távolabb 1—1,5 méteres évi vízjáték mellett 2—3 m a hosszú évsorú ingadozás értéke, a nyírségi homokon ha-



77. ábra. Példák a talajvízjárásra a Tiszántúlon. (NYITUKI kutak adatai)

sonló a helyzet. A Tiszántúl közepén 1—2 méteres évi vízjáték mellett 3—5 méteres sokévi ingadozást kapunk, a Tiszántúl déli részén ismét valamivel kisebb az évszakos ingadozás, de a hosszú évsor ingadozása változatlanul nagy, vagy éppen növekszik (3—6 m).

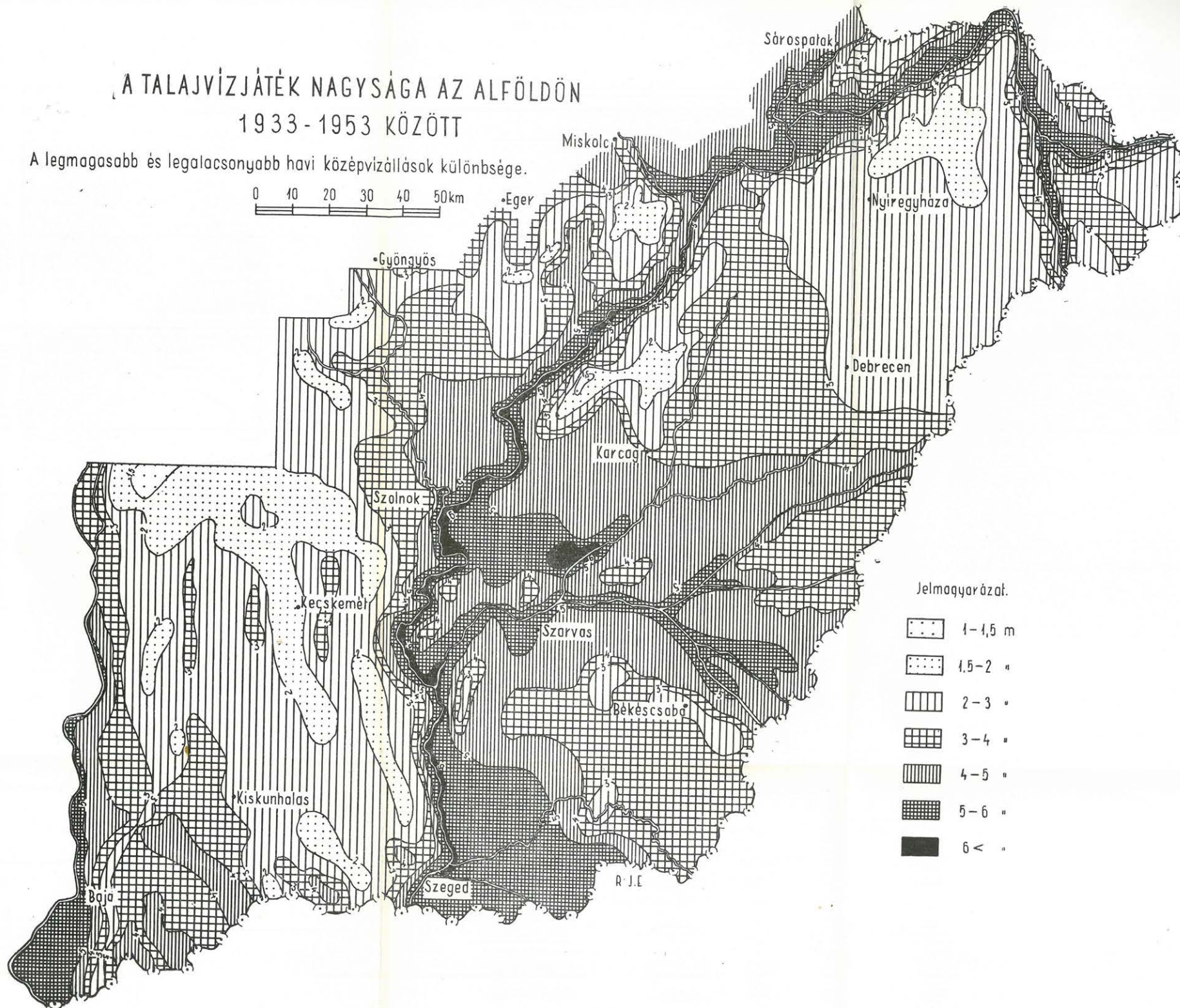
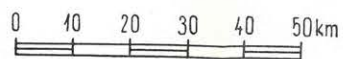
Az Alföld talajvízszintjének ingadozásáról három áttekintő térképet adunk (78—79—80. ábra).

Talajvízjáték-térképeink a havi talajvízállásokból indulnak ki. Első térképünk a hosszú évsor alatt észlelt legnagyobb és legkisebb havi talajvízállás közötti különbséget szemlélteti. Azért nem ábrázoltuk az abszolút ingadozást, mert abban a véletlen nagy szerepet játszik és lehet, hogy a kiugró értékek időtartama csak napokig szorítkozott. Második térképünk a hosszú évsor alatt tapasztalható legnagyobb havi vízállást ábrázolja. A hosszú évsor általában 10 évnél többet jelent, csak kivételesen vettünk figyelembe 6—10 éven át észlelt kutakat. Harmadik térképünk az eddig megfigyelt legkisebb talajvízszintet mutatja be. E térképek használatánál figyelembe kell venni a rendszeresen észlelt talajvízkutak elhelyezését és sűrűségét. Térképeink ott a legmegbízhatóbbak, ahol sűrű a már régóta figyelt kutak hálózata.

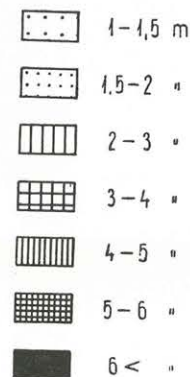
A hosszú ideje figyelt talajvízkutak arról is tájékoztatást adnak, hogy milyen nagyobb *áradási és apadási szakaszok jelentkeznek a talajvízjárásban*. Ezek a többéves hullámok ugyanúgy a párolgás, növényi felhasználás és csapadékból való utánpótlás együttes hatásának eredményei, mint a napi és évszakos hullámok. Bennük az időjárási viszonyok hosszabb évsorú szakaszossága tükröződik. Az áttekinthető 20—25 év egyszeri hullámzást enged kiolvasni. A megfigyelt idő alatt a kutaknál általában 1932—1933, és 1949—1950-ben észlelték a legkisebb vízállást és 1941—1942-ben a legnagyobbat. *Egy hullám időtartama tehát 16—17 évnek adódik.* Ez főleg a Duna—Tisza közére és az északi Alföldperemre jellemző. A Tiszántúlon 14 éves a hullám és 1935—1936 — 1949—1950 közé esik a két minimum. A kutak legalacsonyabb és legmagasabb vízállása nem egyetlen évben jelentkezik, hanem két-három év tűnik ki igen kis vagy igen nagy vízszint-értékekkel. Az áradás, ill. apadás hirtelen vagy fokozatos jelentkezésében is vannak különbségek a kutak között. Apró időbeli különbségektől eltekintve van azonban néhány kút, amelynek vize a többitől egészen eltérően viselkedik. Ezek a kutak többnyire a Duna—Tisza közvetlen közelében vannak és a folyók gyorsabban ingadozó és szélsőségesebb vízjárása, helyesebben a folyók alluviumában végbemenő, élénkebb vízmozgás hatására. Vannak azonban olyan rendellenesen viselkedő kutak is, amelyek nem esnek a nagy folyók közelébe. Feltűnő, hogy ilyen kivételes viselkedésű kutak a Duna—Tisza közén Kúnszentmiklós—Kecskemét—Fülöpszállás—Kiskúnhalas térségében csoportosulnak. Mintha a Hátság északi és déli magas része közötti nyeregben különleges hidrológiai viszonyok jelentkeznének. Valószínű, hogy itt a Hátság nyergében északnyugat—délkeleti irányú erősebb talajvízmozgás van a Duna völgyéből a Tisza völgye felé, amint azt a talajvíztükör abszolút magasságának térképe (lásd a III. sz. mellékletet) is mutatja. A sokévi talajvízjárási hullám idő-

A TALAJVÍZJÁTÉK NAGYSÁGA AZ ALFÖLDÖN 1933-1953 KÖZÖTT

A legmagasabb és legalacsonyabb havi középvízállások különbsége.



Jelmagyarozat.



A TALAJVIZ LEGMAGASABB ALLASA AZ ALFÖLD FELSZÍNE ALATT

10-15 ÉVES VIZJÁTEKADATOK ALAPJÁN.

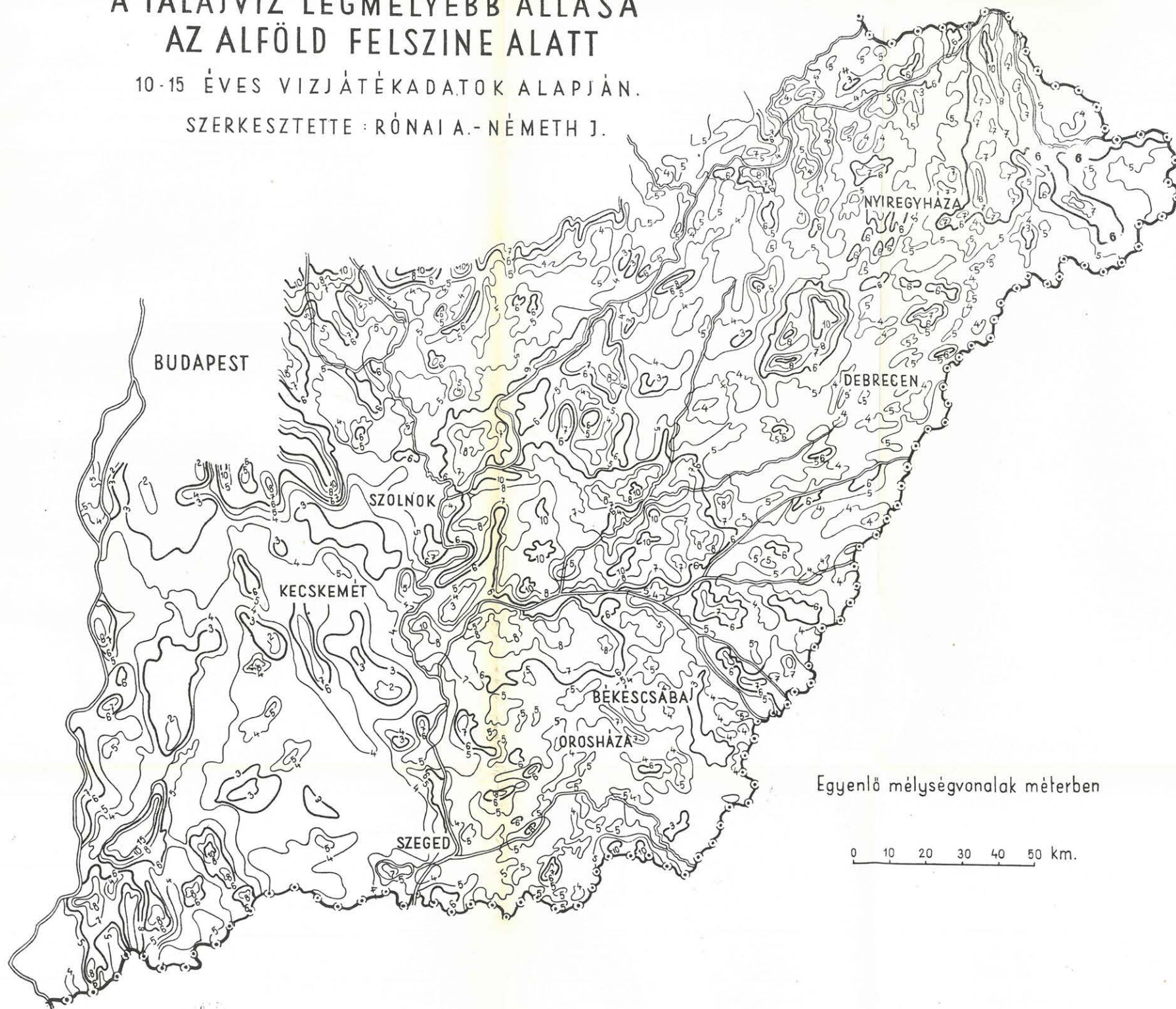
SZERKESZTETTE: RÓNAI A.-NÉMETH J.



A TALAJVIZ LEGMÉLYEBB ÁLLÁSA AZ ALFÖLD FELSZÍNE ALATT

10-15 ÉVES VIZJÁTEKADATOK ALAPJÁN.

SZERKESZTETTE: RÓNAI A.-NÉMETH J.



tartama pl. Dunavecsén 19 év, Pálmonostoron és Kiskúnhalason 13 év. Utóbbi két helyen 1936. volt az 1950. évet megelőző legkisebb talajvízállású esztendő. Kúnszentmiklóson, Kecskeméten (75. sz. kút) Patajmiklán és Kiskúnhalason (255. sz. kút) az 1941—42. évi maximum nem kiugró. Többször is jelentkezett nagy vízállású esztendő. Ezeknek a kutaknak a vize tehát úgy viselkedett, mint a folyó mellett mélyítetteké. A szegedi 264-es kútban viszont, több mint 20 km-re a Tiszától, alig lehet észrevenni az 1941—42. évi maximumot.

A maximumok idejéből valamelyes késleltetést lehet kiolvasni. Az Alföld északi peremén Nemesbikk talajvízfigyelő kútjában a legnagyobb vízállás ideje 1940 február, Tarnaszentmiklóson 1940 március, Jászkiséren 1940 május, Bócsán 1941 január—február, Kiskúnhalason 1941 február, Szeged táján (259. sz. kút) 1942 március—május. A folyóvizek közelében ezt a késleltetést a folyóhatás elfedi. A Tiszántúlon északon Nyíradony kútjában a legnagyobb havi vízállás 1941 májusban jelentkezett, Biharkeresztesen 1942 márciusban, Mindszenten 1942 áprilisban.

Egészen rendkívüli időben jelentkezett a talajvízállás havi legnagyobb értéke két folyómenti észlelő állomáson (Dunavecse, Poroszló), továbbá a Hortobágyon Nagyivánon (1953 február), Nyírábrányon (1950 február), Fülöpszálláson (1937 március) és Kecskeméten (75. sz. kút, 1947 március—április). A helyi természetes zavaró hatásokhoz újabban több helyen vízi építkezéseink és öntözéseink zavaró hatása is társul.

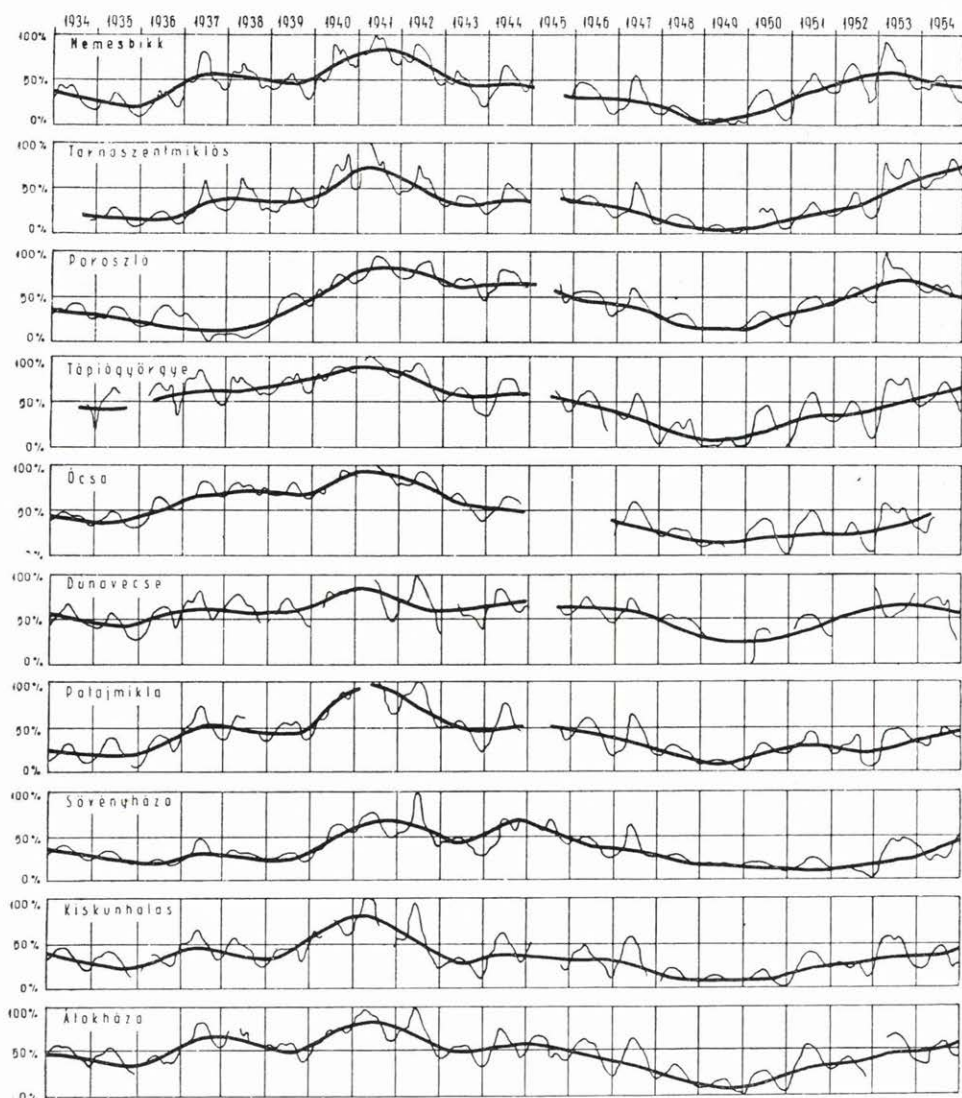
A talajvízállás legkisebb értékei (legkisebb vízállások) alföldszerte 1949—50-ben jelentkeztek. Ettől, szintén a folyók mentén és Kúnszentmiklós, Szabadszállás, Fülöpszállás, Akasztó, Kiskúnhalas vonalán tapasztalható eltérés.

A talajvízszint hosszabb hullámú ingadozása a meteorológiai viszonyok hatását jelzi. Talán alkalmas arra is, hogy az időjárás szakaszos változásait figyeljük benne. Az időjárás igen sokféle egymást módosító, mért, nehezen vagy alig mérhető és ma még ismeretlen tényező összjátékából alakul; nehéz összképét megrajzolni, szakaszosságát megállapítani. A talajvízállásban azonban az egész vízgyűjtőterület időjárásviszonyai, együttes összhatásukban, eredőként jelentkeznek.

A 81. és 82. ábrákon néhány talajvízkút hosszabb idejű vízszint-ingadozását mutatjuk be az évi vízjárásgörbe vonala mentén. Az összehasonlítás kedvéért a különböző mélységű, helyzetű, különböző víztartóba mélyített kutak nagyon különböző kilengésű vízjárásgörbéit azáltal hoztuk közös nevezőre és tettük összehasonlíthatóvá, hogy havi vízállásaikat a sokévi legkisebb és legnagyobb havi vízállás közötti értékköz százalékában fejeztük ki, mint ahogy ezt felszíni vízfolyások tekintetében is újabban alkalmazzák. Az eddig megfigyelt legkisebb havi talajvízállást 0%-nak, a legnagyobbat 100%-nak vesszük. A valóságos vízszintértékeket legtöbb kútnál az egyes tájak talajvízviszonyait ismertető fejezetekben már közöltük.

A talajvíz áramlási irányára a talajvízdomborzathól szoktunk következtetni. Ha a víztükör szintvonalait a lejtők irányában megszerkesztjük

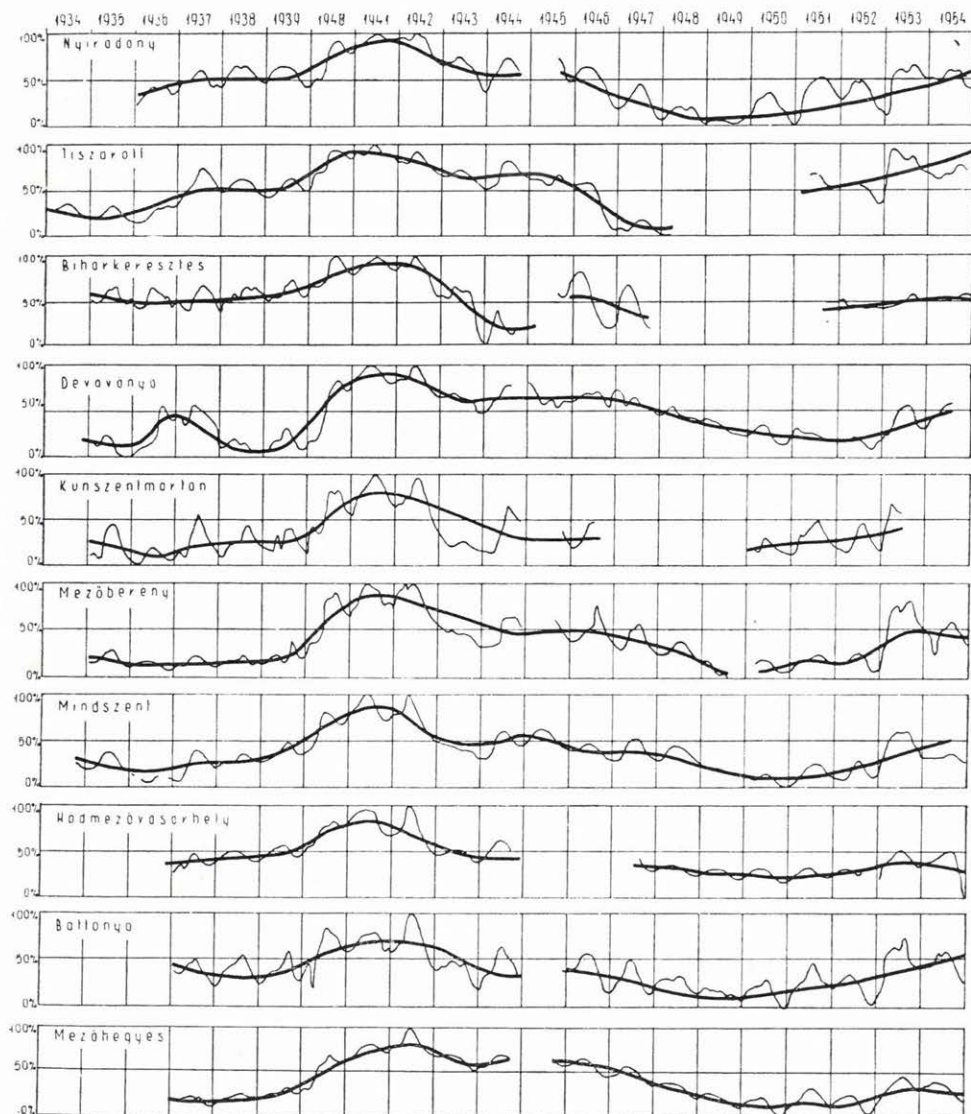
— ha a vízvezető réteg nagyjából egyneműnek tekinthető — talajvízáramlást kell feltételeznünk, minél meredekebb az esés, annál gyorsabbat. Vannak újabb megfigyelések, amelyek szerint nem mindenütt lép fel vízáramlás



81. ábra. A talajvíztükör ingadozásának többéves periódusa a Duna—Tisza között

ott, ahol a talajvízdomborzat lejtős. Ez az Alföld igen finomszemcséjű víztartóiban gyenge lejtőszögek mellett elképzelhető. Azok a megfigyelések is módosítják a talajvízáramlásról alkotott eddigi elképzeléseinket, amelyek a talajvíz felfelé szívárgásáról, a földkéregben uralkodó nyomásviszonyoknak a talajvíz elhelyezkedésében játszott szerepéről tanúskodnak.

A víztartó domborzatából azonban megközelítőleg következtethetünk az áramlási viszonyokra. Az Alföld talajvízdomborzatáról áttekintő összefüggő térképünk ad felvilágosítást (III. melléklet). Az abszolút magasságra

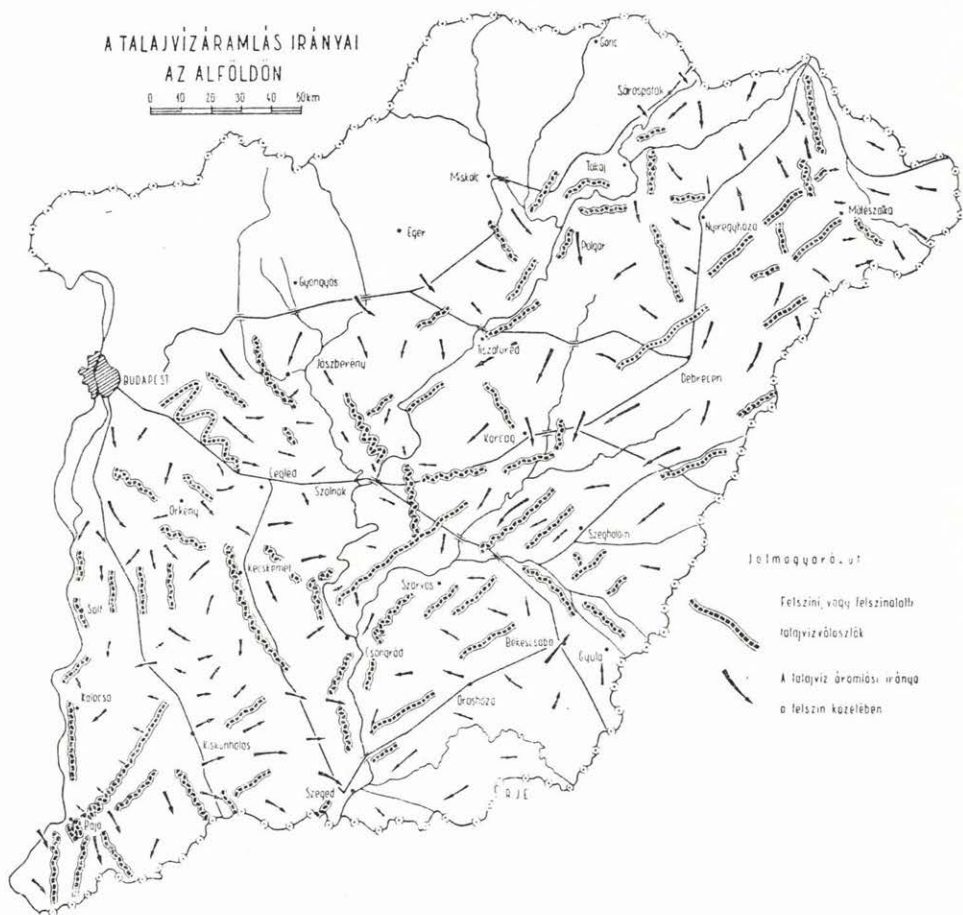


82. ábra. A talajvíztükör ingadozásának többéves periódusa a Tiszántúlon

való átszámítás részletes térképekről, közelítő pontossággal történt, felhasználtuk hozzá az összes szintezett talajvízkút (VITUKI, MÁV) és a földtani fúrások szintezett talajvízadatát.

A 83. ábrán közölt vázlat áttekintést ad az Alföld talajvízdomborzatának főbb vonásairól.

A Duna—Tisza között, a magas hátság két oldalán talajvízlevonulást kell feltételezni a két folyó felé. Valószínű azonban, hogy a mélyebb rétegekben van egy általános nyugatról keletre, a Dunától a Tisza felé tartó vízáramlás. Ennek a domborzatban és talajvízviszonyokban feltűnő útja jelentkezik Szabadszállás—Orgovány—Kiskúnhalas—Kistelek vonalán.



84. ábra

A pleisztocén rétegek lejtése és erős kivastagodása, alattuk a levantei rétegeknek a Tisza völgye felé való kivastagodása valószínűsíti a vízvezető rétegek K-i lejtését és bennük a víz hasonló irányú mozgását.

A Nyírség szigetétől keletre, a Tisza völgyében, nyugat felé irányuló talajvízmozgás a valószínű. Az Erdős-Kárpátok és a belső vulkáni öv vize áramlik le a Nyírség táblája felé. Közvetlenül a Nyírség keleti pereme előtt északi az áramlás iránya. A Bodrogtóban a talajvíz áramlása a felszíni vizét követi, de feltételezhető mélyebben egy a nyírségi homoktábla alapja felé irányuló észak-déli vízmozgás is. A Bodrogtó alatt a

pannóniai fekvő mindenestre valamivel magasabban van, mint a Nyírség alatt. A mélységi (100—200 m) víz a Bodrogtörzs felől is a Nyírség felé látszik áramlani. Erről az V. fejezetben adunk térképvázlatot.

A Tiszántúl közepén a talajvíz szintje a Körösök vonala felé lejt. A Körös—Hortobágy torkolat látszik a talajvízszint legmélyebb öblének, innen keskeny kapun át talál utat a talajvíz a Tisza árka felé. Délkelet-alföldünk talajvíze is nagy részben a Körösök felé áramlik.

2. A holocén-pleisztocén medenceüledék víztartó-vízrekesztő rétegei

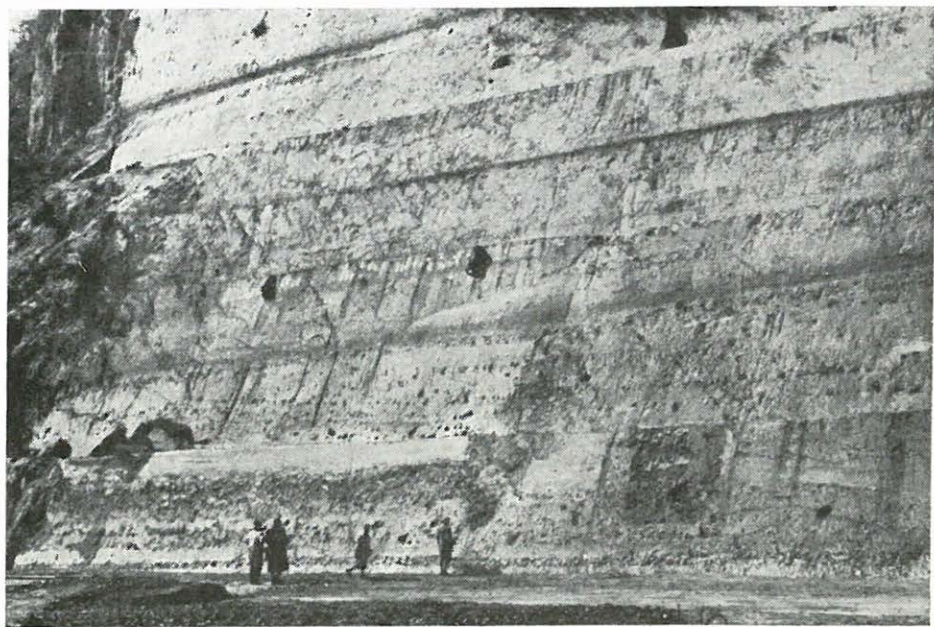
Országunk túlnyomó részén a talajvíz holocén és pleisztocén rétegekben áll. Csak hegyvidéki tájainkon és a Dunántúl nyugati részén, ahol pannóniai képződmények borítják a felszínt, vannak idősebb talajvíztartók. Holocén és pleisztocén képződményeink legnagyobb része homok, iszap, ártéri agyag; a peremeken kavics. Elhelyezkedésük, vastagságuk és területi elterjedésük a folyóvízi feltöltés természetének megfelelően, igen változó. A szélhordta futóhomok folyami homokból származik, de a felszínt egységesebb, nagyobb foltokban borítja be, mint a folyami homok, amely mindig mederszerűen és partszerűen helyezkedik el. A másik szélhordta üledék a lösz, az Alföld felszínén igen nagy területeket borít be, de mint víztartó nem játszik szerepet, mert a talajvíz úgyszólván mindig a felszíni löszréteg alatt, homokban helyezkedik el.

A földtani térképezés folyamán lemélyített 10 és 30 méteres fúrások az Alföld túlnyomó nagy részén több víztartó és vízrekesztő réteget harántoltak. A felszín közelében sűrűn váltakozó réteges felépítést találunk, különböző anyagú, változó szemszerkezetű üledékeket, amint azt egy folyók által feltöltött, nagy medencében várhatjuk. Különösen sűrűn változatos a finomszemcsés üledékekkel takart részek, az alföldi löszfelszínek, réti agyaggal, öntésszappal borított mélyföldek rétegsora. A felszíni futóhomok nagyobb vastagságban egynemű és alatta a folyami homokban, esetleg iszapos homokban álló víz is vastagabb réteget nedvesít át egyöntetűen. De a futóhomok alatt is gyakran találunk a felszínhez közel változatos rétegsort: iszapot, agyagot, löszet, vagy löszeredetű iszapot, homokos vagy homokrétegekkel tarkítva.

Az egymás alatt következő képződmények színe is különböző. A rétegsort még változatosabbá teszi, hogy egy képződmény is többféle színű rétegekből állhat. A színeknek ebben a tarkaságában a talajvíznek, illetve a talajvízszint ingadozásának is szerepe van. A sárga löszanyag a talajvízszint alatt zöldes, kékesszürke színt kap; a savanyú szürke iszap, agyag vörösré és barnára színeződik; a kilúgzás megfakítja a rétegeket; a mészelhalmozódás szürke, piszkosfehér, fehér és sárga színt ad. A víz alól szárazra kerülő anyag elveszti sötét (szürke, kék) színét és barnára, vörhenyes barnára, sárgára színeződik. Gyors feltöltődés helyein a felszín alatt ismétlődnek a sötét, humuszos, talajjal átalakult szintek is.

Az átszíneződés, gleyesedés, redukációs folyamatok azt mutatják, hogy a talajvíz átjárja, átalakítja az iszapot és agyagot, tehát azokat a képződ-

ményeket is, amelyeket vízzárónak tartunk. Valóban a talajvíz szintje alatt alföldi tájainkon ritka esetben találunk száraz képződményt. Csak viszonylagos «szárazság» jelentkezik; kevés és kötött nedvességtartalom más rétegek vízbőségével, mozgékony, «szabad» vizével szemben.



10. kép. A dunántúli magas löszfalak homokosabb részeiben régi talajvízállások nyomait fedezhetjük fel. Ezzel kapcsolatosak a konkréciós szintek is. Paks. (Rónai A. felvétele.)

A víztartó és vezető homok, kavics és «vízzáró» iszap, agyag között a felszín közelében nedvesség tekintetében csak fokozati különbségek vannak. *Abszolút vízzáró nincs.* Helyesebb azért vízrekesztő rétegekről beszélni. A vízzel telt rétegeket tekinthetjük legfeljebb vízzárónak, ha vizük nincs mozgásban.

A felszín alatt leggyakrabban átnedvesedett övet találunk. Ez kezdődhetik a felszínen — finomabbszemű üledékekben és nedves időszakban, vagy a felszín alatt néhány deciméterre — kavicsban, laza, durva homokban és szárazság idején. Az átnedvesedett öv vastagsága függ az időjárástól, évszaktól, a rétegek anyagától és szemcseösszetételétől. Minél finomabb szemcséjű az anyag, annál finomabb a felülről beszivárgó víz eloszlása, vastagabb az átázó réteg és határai felfelé is, lefelé is elmosódottabbak. Homoktalajban egy-egy feltárásban gyakorta éles felső és alsó határral jelentkezik a lefelé szivárgó csapadékvíz. Két durvább szemű réteg között elhelyezkedő finomabb szemű, vagy kevertebb réteg nagyobb kapilláris feszültsége fenntartja a vizet, míg alatta és felette a homok száraz. A lösz

finom szemcséi is kapillárisan kötik a vizet és az átnedvesedésnek lefelé es határa van.

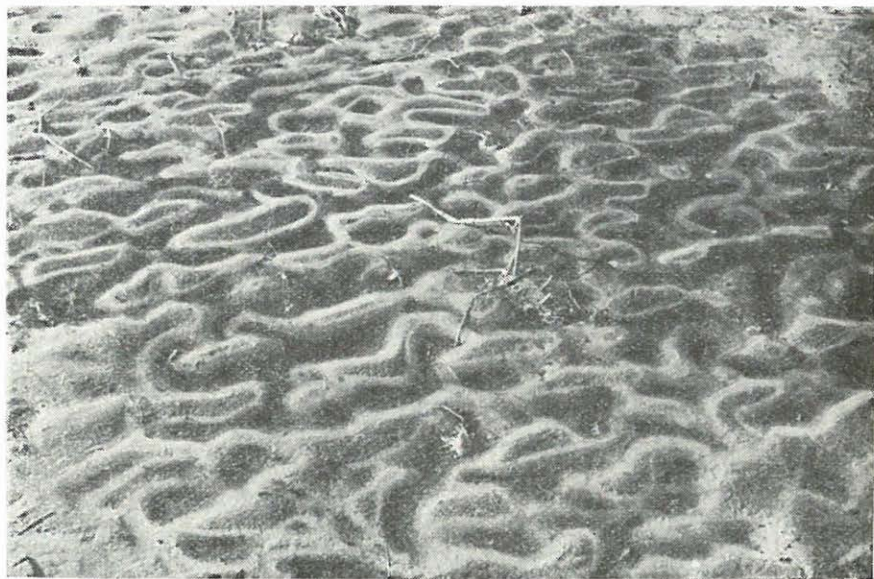
A *beázó övezet* ott érintkezik a talajvizet tartó réteggel, illetve a talajvíztükörrel, ahol a talajvíztükör a felszínhez közel (1-2 m-re) van, vagyis ahol a beázó réteg eléggé egyenmő, vízáteresztő, kevés humusztartalmú és ahol elegendő csapadék hull. Egyébként a beázó övezet és a talajvíztükör feletti kapilláris vizet tartó öv között tisztán megállapítható száraz övet találunk. A talajvíztükör alatt minden képződmény nedves. Csak kivételesen lehet száraz réteget, lencsét találni.

A földkéregben a vízmozgás természetesen a legkisebb ellenállás irányában halad és így joggal beszélhetünk vízvezető rétegekről és olyanokról, amelyek gátként, fedő- és feküként elhatárolják egymástól a víztartókat. A víz a laza üledékekben mozog nagyobb sebességgel, ezekből vehető ki könnyen, ezekben gyors a környezetből való utánpótlódása. Az utánpótlódás függ a laza víztartó réteg anyagától, szemcséinek elhelyezkedésétől, a réteg vastagságától, vízszintes kiterjedésétől, a vízbefogadó területtel, vagy más víztartó réteggel való összeköttetésétől és a rétegen belül, ill. a szomszédos rétegben uralkodó nyomásviszonyoktól. A nyomásviszonyokat a víztartó réteg helyzete, felszín alatti mélysége, a domborzatilag magasabban fekvő rétegekkel való érintkezése, a mélyebb rétegek vizével való kapcsolata, vagyis a vízrekesztő rétegek kifejlődése és domborzata, a hőmérsékleti és gázviszonyok szabályozzák.

Azok a folyóvízi üledékek, amelyekből Alföldünk felszíne felépül, a durva kavicsból az agyagig váltakoznak. Kavics van a medencébe siető folyók medrében, medenceperemi törmelékkúpján és a kavicsot szállító nagyobb folyók partközeli árterén. Homokot raknak a folyók a partokra, a kisesésű medrekbe, az árterek jó lefolyású részeire. Iszap és agyag ülepedik le a messzi árterekre, rossz lefolyású medencerészekbe, az előregedett vízfolyások medreibe, partjaira. Ha mégsem találunk szabályos rendet az üledékek szemcsenagyságának finomodásában a peremektől befelé az Alföld mélye felé és a feltöltögető mai folyók partjairól az árterek felé, ez azért van, mert a nagy medence nem egyenletesen és egyetlen összefüggő nagy tálként süllyed. A medencefenék változatos domborzatú táj és számtalan külön mozgó-darabban süllyed, és emelkedik, gyűrődik és vetődik, megbillentve a rátelepedett üledékeket is, állandóan alakítja a medence felszínének domborzatát. E mozgásoknak megfelelően a felszíni vízfolyások állandóan változtatják medrüket, esésüket, nagyságukat, vízhozamukat, változik hordalékuk mennyisége, minősége, változnak árterei.

A medencefenék különböző mértékű süllyedései mellett a *leülepedett rétegek tömörülése* is lassú, de nagyarányú mozgásokra vezet. A durvább üledékek tömörülése kisebb, mint a finom szemcséjűeké. A homokliszt-finomságú üledékek átázás vagy megterhelés hatására a felszínen, száraz állapotban elfoglalt térfogatuk nagy részét elvesztik. Roskadási tényezőjük igen nagy és tömörülésük az agyagénál is nagyobb lehet. Az ülepedés és tömörülés következtében beálló süllyedések mértéke a rétegek vastagságától, egyenmőségétől és víztartalmuk elhelyezkedésétől, mozgásá-

tól függ, emellett számtalan más tényezőtől is, amelyek tárgyalása nem ebbe a keretbe tartozik. E mozgások a felszín kialakulásában is éreztetik hatásukat, befolyásolják a felszíni víz lefolyását, a vízhálózat kialakulását, a lepusztulás és feltöltődés menetét, az anyagszállítást és elrendezést. Síkságaink mai felszíni formái tanúskodnak arról, hogy területük mennyire állandóan mozgó és változó munkatér. Nagyalföldünk százezer négyzetkilométernyi felszínén nincs nagyobb területdarab, ahol meg ne találánk



11. kép. A kiöntött árvíz lerakott homokjának kisformái. Ilyen formákat mutatnak nagyban a részletes térképek a Tiszántúl közepén. A fajszi gátszakadás utáni friss lerakódás 1956. márciusban. (Dér I. felvétele.)

a régebbi medrek (és partok) sokaságát, labirintusait, távol minden mai folyótevékenységtől. Ha pedig leásunk vagy lefúrunk a mélyebb rétegekbe, ott függőleges és vízszintes irányban egyaránt ugyanolyan változatosságot találunk, mutatván a változó irányú és anyagú feltöltést, a felszíni formák és helyzet szakadatlan változását.

A Nyírség nagy szigetét, a Duna—Tisza köze magas homokvonulatait a pleisztocén nagy folyói építették fel akkor, amikor környezetük is belesimult az akkori térszínbe. Utóbb a szomszédos területek megsüllyedtek, a folyók másfelé vették irányukat, új völgyeket vágtak, új medencék feltöltetésébe fogtak. A régi térszíndarabok talán emelkedtek is és ma 50—60 m-rel magasabban vannak, mint ameddig a mai folyótevékenység elhatol.

A löszablák képviselik Alföldünkön a nyugodt — sík — térszint. Mégis ezek felszínén is mindenütt élénk táruul a vándorló folyótevékenység nyoma; fiatalabb, iszappal feltöltött hajlatok, medrek és domborulatok,

mederpartok, az eredeti lösztakaróra hordott fiatalabb finom homokkal. Az Alföld északi és keleti peremén, vagy a Duna—Tisza köze déli részén is, a Bácskában, ahol a kéregmozgás nagyobb relatív magasságkülönbségeket hozott létre és a löszablákat feldarabolta, mély völgyek, vízfolyások alakultak ki. A tiszántúli löszablák felszínét a folyótevékenység kevésbé alakította át. A löszablák és homokhátságok közötti holocén süllyedések felszínén azonban a folyók és kisebb vízfolyások labirintusait találjuk. Az egész terület medrek és partok tömkelege és még a rossz lefolyású, nagyobb árterek — sárrétek, sziklajosok — is régebbi medrek és partok nyomait őrzik, ha nem a felszínen, akkor néhány méternyire közvetlenül a felszín alatt.

Ez az Alföld. Ennek a változatos felépítésű felszínnek rétegeiben kell a talajvizet, annak helyzetét, útjait kinyomozni s benne a «rendet», a szabályszerűséget megtalálni. Az egész Alföldről (illetve az ország területére eső részéről) szerkesztett talajvíztérképek mégis irányt mutatnak, amelyen elindulhatunk.

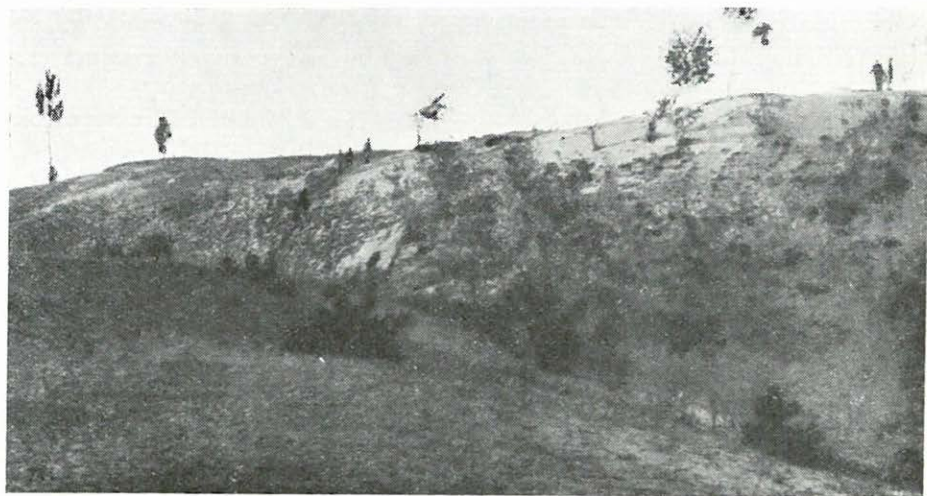
Az első megállapítás, amit a talajvízszint tszf. helyzetét mutató térképek szemléltetnek, az, hogy *a talajvíz az Alföldön mindenütt a felszín közelében van*, a víztükör követi a felszín vonalát és attól 20 m-en belüli értékekkel tér el. Vízt tehát mindenütt van a felszín közelében. Ott is, ahol több a csapadék, avagy ahol nagyon kevés; ott is, ahol a felszínen vízáteresztő képződmények vagy ahol vízrekesztők vannak; ott is, ahol a domborzati viszonyok olyanok, hogy más területekről összegyűlhetik a felszíni víz és hosszabb idő áll rendelkezésre a beszivárgásra és ott is, ahol a domborzati viszonyok a lefolyásnak kedveznek és beszivárgásra sem elegendő csapadék, sem elegendő idő nem áll rendelkezésre. Sőt, a következő megállapításokat tehetjük. A Duna—Tisza közötti homokhátságon és a Nyírségben, *a homokfelszínnek legkiemelkedőbb részén a talajvíz közelebb van a felszínhez, mint az alacsonyabb fekvésű részekben*. A víz nem áramlik le a domborzatilag mélyebben fekvő helyekre, nem tölti meg a vályúkat, hanem ott áll és marad a magas dombokban. A száraz területek és jobb lefolyású kiemelkedő dombok talajvize sokszor közelebb van a felszínhez, mint a csapadékosabb és rossz lefolyású területeké. (Lásd a Duna—Tisza köze délkeleti részén a Hátság felszínközeli talajvizét, szemben az Észak-tiszántúli s főleg a Hajdúság talajvizével.)

Talajvíz van a felszín alatt mindenféle képződményben. Nemcsak a kavics és homok tartja és vezeti a vizet, átnedvesedik az iszap, agyag is és igen sokszor ebben áll a talajvíztükör. Ahhoz, hogy a finomszemcséjű iszapban nyílt talajvíz lehessen, kell, hogy homokerek vagy hasadékok, repedések járják át. Az Alföldön az agyag és iszap szinte mind ilyen.

Ha a hasadékhálózatot figyeljük, azok a felszín közelében finomodnak, elszűkülnek. Kevés csapadékra már eltömődnek, zárulnak. Felülről beiszapolódás, humuszkötés és az akkumulációs, meszes szintek átnedvesedése a hézagokat elzárja. A beszivárgó csapadékvíz a felső rétegekben kötve marad. A hasadékhálózatba alulról, a talajvíz felől nyomul be a víz. Ha a felszíni rétegek kiszáradnak és megrepedeznek, a hasadékhálózat

a felszín felé megnyílik és a talajvíz elpárologhat. Ilyenkor hetek alatt az agyagban álló talajvíz szintje méteres értékkel süllyedhet és a járatok finom hajszálereiben kivirágozva hagyja hátra oldott sóit.

Fúrászelvényekben *a talajvíztükör vonala gyakran a legkülönbözőbb hízagtérfogatú, szemcseszerkezetű, vízvezetőképességű képződményeket metszi.* Általában kiegyenlítettebb a felszín vonalánál. Ha erős talajvízszint-különbségeket találunk az egyengetett felszín alatt, annak oka a földtani



12. kép. A Duna—Tisza közti hátság magas futóhomokdombjai közötti mélyedésekben a talajvíz szintje közel van a felszínhez. A fülöpszállási Strázsahegy gerince 130 m magasságra emelkedik ki a tőle Ny-ra és K-re húzódó 95—105 m magas régi Dunamedrek közül. A víztükör híven követi a felszín erős emelkedését a 3—4 km távolságra eső medrektől. (Rónai A. felvétele.)

felépítésben keresendő. A szomszédos fúrások talajvízszintje nem köthető minden esetben össze. Vannak a felszín alatt kiékelődő víztartók, vannak talajvízöblök éppúgy, mint zárólencsék. Vannak szerzők, akik az alföldi, mélyen elhelyezkedő idősebb képződmények első víztartóinak vizét, ha fölöttük a felszín vízrekesztő, továbbá ha vizük látszólag nem áll közvetlen kapcsolatban a fiatalabb felszínközelbeli laza üledékek vizével, nem nevezik talajvíznek (SCHERF EMIL). Így a Hajdúság, Nagykúnság egy részén, a Tiszamentén többfelé, a Duna—Tisza között Kecskemét tájékán és még másutt sem volna talajvíz (133). Ezek a területfoltok nem azonosíthatók a nagy sziklaposok, réti agyaggal fedett területrészek záróréteg alatti, nyomás alatt álló talajvizével. Az utóbbiaknál a víztartó réteg azonos a szomszédos — nem agyagos felszínű — területek víztartójával és a felszíni vízrekesztő réteg ennek a víztartónak a felszínébe mélyül bele.

A talajvíz helyzetét, tszf. magasságát és felszín alatti mélységét *a csapadékhullás és a felszín domborzata vagy kőzetanyaga csak kisebb mértékben szabja meg, a felszín alatti viszonyok ellenben döntő jelentőségűek.* A talajvíz eredhet a felszíni csapadékból, mint elsődleges forrásból, de az Alföld

nagy medencéjében, a különböző területeken beszivárgó víz egyetlen nagy víztartó rendszerben egyesül. Úgy foghatjuk fel ezt a nagy víztartó medencét, mint nagy edényrendszert, csatorna- vagy csőrendszert, ahol a vízvezető rétegeket rekeszek, falak választják el egymástól függőleges és vízszintes irányban egyaránt, de úgy, hogy a vízmozgás a labirintusokon keresztül folyamatos. Ennek az edényrendszernek a szerkezete, a víztartó és vízrekesztő rétegek méretei, anyaguk váltakozása és a rétegekben érvényesülő nyomásviszonyok szabják meg a talajvíz helyzetét és mozgását a felszín alatt. *A felszín alatti víztárolókat a holocén és pleisztocén folyóvízi üledékek között úgy foghatjuk fel, mint a medrek sokfelé ágazó és kanyargó, de végeredményben összefüggő földalatti csatornarendszerét.* A víz az elszűkülő és kiterbélyesedő járatokban különböző sebességgel áramlik, más-más nyomás alatt áll, de az egész rendszerben uralkodó nyomás a vízbefogadó területek tszf. magasságától, a mélybe süllyedő víztartók mélységétől és a közbeékelődő vízrekesztő rétegek zavaró hatásától függ.

A másik megállapítás, ami a fúrások tanulmányozásából adódik, hogy *a legfelső víztartóréteg vize összeköttetésben áll a mélyebb víztartó szintekkel.* Mutatja ezt a különböző mélységű felszínközeli víztartó rétegek vizének nagyjából azonos tszf. magasságú nyugalmi szintje és a vízrekesztő rétegeknek a fúrásszelvényekben mutatkozó, nem összefüggő, lencsés kifejlődése. A fúrásminták vizsgálata azt is mutatja, hogy a talajvízszint alatti felszínközeli rétegek tele vannak vízzel és a zárórégeket is átjárja a nedvesség. A talajvízszint alatt csak kivételesen akad egy-egy szárazabb lencse. Hangsúlyozom, hogy ez a megállapítás csak a felszínközeli holocén és pleisztocén rétegekre vonatkozik.

Az alföldi talajvíz eredete, elhelyezkedése, más földalatti vízféleségekkel való érintkezése tekintetében hazánkban a szakirodalomban egyfelől sok bizonytalanság, másfelől sok meg nem alapozott nézet uralkodott. E tekintetben túlzás nélkül mérföldkőnek lehet tekinteni SÜMEGHY J. Magyarország talajvízviszonyai című 1954. évi tanulmányát (153), amely sajnos csak sokszorosítva és kicsiny példányszámban jelent meg. Ez a talajvízre vonatkozó magyarországi földtani megfigyelések ragyogó összefoglalása.

Az előző fejezetben beszéltünk arról, hogy Alföldünk felszínét nagy területen és tetemes vastagságban vízrekesztő rétegek fedik, a víz ezek alá csak oldalról és alulról való áramlással és szivárgással juthat. Az Alföld nagy részén a felszínközeli víztartó rétegek is finomszemcséjűek. Apró vagy közepes szemű homok, sokszor finom homok, homokos iszap. Durvább üledéket felszínközelsben csak a peremek közelében találunk, azoktól távolabb csak nagyobb mélységben. Finomszemű üledékekben a víz mozgása lassú. Erősebb mozgás a mélyebb rétegekben vagy a régi medrek durvább szemcséjű csatornáiban, vagy a vízrekesztő rétegekben az állandó vízmozgás folyamán kijárt hasadékokban, csatornáknban, erekben bonyolódik le.

A felszínt takaró agyagos képződmények az Alföld belsejében csak ritkán haladják meg a 10–15 m vastagságot (pl. Hajdúság, Nagykovácság

egyreszein). Az agyagos felszín alatt homokos rétegsor következik. Egyik legáltalánosabban elterjedt alföldi víztartó a *«pleisztocén kék homok»*. Ez a képződmény legtöbbször finom vagy aprószemű homok, nagyon gyakran iszapos homok. Nincs bizonyítékunk arra, hogy a színe és helyzete alapján azonosnak vett képződmény mindenütt azonos korú és összefüggő regionális elterjedésű.

Az Alföld belsejében a felszínközeli finomszemű üledékekben tárolódó talajvíz lassan mozog, lassan cserélődik. A finom szemcséjű anyagból nagyobb az ásványi sók kioldásának lehetősége, ezért az *alföldi talajvíz oldott anyagokban jóval nagyon gyakran íhatatlanul tömény*. Valószínű, hogy nyáron a felszín közelébe jutva fel is melegszik, talán szénsavval is jobban telítődik s ez is hozzájárul nagyobb oldóképességéhez. Bizonyos, hogy bár a különböző talajvíztartók vizének érintkezése tagadhatatlan, mégis a legfelső talajvíz sokkal több oldott sót tartalmaz, mint a csak néhány méterrel mélyebben áramló vagy a 20—30 m mélységből fakasztott víz. *A talajvíz, a legfelső víze, is nagyon különböző koncentrációjú*. Ennek magyarázata is az, hogy az oldalirányú áramlás, a vízkicserélődés a mélyebb rétegekben megy végbe, a talajvíztükör rendszerint olyan rétegben alakul ki, ahol csak függőleges irányú mozgás van és ez bepárlódás folytán helyi sókoncentrációra vezet.

A mélyebbről vett víz azért is tisztább, kevésbé ásványos oldat, mert mélyebben az igazi víztartó durvább homokot csapoljuk meg, míg a legfelső talajvíz gyakran olyan réteg vize, amelyet mélyebben mint vízrekesztőt harántolunk át. Mélyebben is vannak nagy sókoncentrációjú rossz vizek. Alföldünk felépítésénél fogva kell is lenniök. A feltöltő folyótevékenység eredményeképpen a mindenkorí ártereken kialakulnak a víz bepárlódására különlegesen alkalmas zugok. Ezek a később eltemetett sófeldúsulások okozzák, hogy egymáshoz közel ugyanolyan mélységben egészen tömény oldatokat és nem ásványosodott, jó ivóvizet találhatunk. Ilyeneket figyeltünk meg az északi Alföldperemen Mezőkövesd—Maklár vidékén és a Tiszántúlon Békéscsaba—Ókigyós területén.

Bármennyire változatos és kiszámíthatatlan is Alföldünk felszínközeli rétegeinek képe s így a víz elhelyezkedése és mozgására vonatkozó lehetőségek sora, mégis vizsgálnunk kell ezeket a rendelkezésre álló eszközökkel és adatok alapján.

Az általános kép, amit már az előző fejezetben magunk elé rajzoltunk, az, hogy az Alföld belsejének löszréteggel és agyaggal takart nagy térségei alatt olyan talajvíz áll és mozog, amely az alföldi kevés vízbefogadó szigeten, ablakon át, de zömével a peremek törmelékűjain, alluviumain és a hegyvidékeknél kiékelődő laza szerkezetű rétegeken át beszivárgott vízből, legfőképpen pedig a hegyvidékek tömör kőzeteinek hasadékvizéből táplálkozik. A peremek magasán fekvő vízbefogadó rétegei levezetnek az Alföld belsejének mélyébe. A víz hidrosztatikus nyomás alatt nyomul a peremekről befelé. Az Alföld mélyéből, a vízrekesztő rétegek hézagain át jut a felszínközeli rétegekbe. Ez a befelé és lefelé áramlás nem egyenletes, zavartalan lejtőn történik, hanem szakaszokban, lépcsőkön át, mint azt

a földtani felépítés megszabja, és gyakran nem vezető síkok mentén nagy területen, azonos módon kifejlődött rétegekben, hanem kanyargós, változatos medrekben, csatornáknban. Meder és csatorna azonban mindenfelé van a felszín közelében a folyami üledékekből felépített képződményekben éppúgy, mint a mai felszínen.

A peremekről való vízlevonulás útjában az első nagyszabású és általános érvényű akadályt a fiatal peremsüllyedékek jelentik. Középhegy-



13. kép. A Mátra lábai előtt húzódó peremsüllyedék. Az előtérben levő szőlődombon túli mélyterületen a talajvíz szintjének mélysége 1 m körül van és gyakran a felszínig emelkedik. (Rónai A. felvétele.)

ségeink lábát végigkísérik a peremsüllyedékek. Néhol még víz van bennük (Balaton, Velencei-tó), másutt már feltöltődtek. Északi alföldperemünk végig ilyen feltöltött süllyedékre néz. Ezekbe vezetnek a hegyvidékekből vizet hozó rétegek és felszínközeli megtöltik őket vízzel. A talajvíz — a különböző egymást követő víztartó rétegek legfelsőjének vize — közvetlen a felszín közelében áll és csapadékosabb évszakokban számtalanszor a felszínen is megjelenik és elönti nagy területen a mélyedéseket. Ez a természetes mezőségek övezete, a peremi vizek első gyűjtőteknője.

Az a körülmény, hogy ezeknek a süllyedékeknek rétegei vízzel teltek, nem jelenti szükségképpen azt, hogy kinyerhető vízben gazdagok. Ha a medencék gyorsan süllyedtek, kis területűek és durva törmelék töltötte fel őket, akkor sok a kivehető vizük. De a peremsüllyedékek nagyobb része finom üledékkel telt meg. Nagy tavak foglalták el a süllyedékek felszínét s ezekben finom iszap, finom homok rakódott le nagy vastagságban. Ezek mindegyikében van víz, de nem sok a kivehető víz. Jellemző pl. a Körösök fiatal süllyedékének több száz méter mélységen át tartó vízszegénysége. (Lásd a 42. ábrát.)

A peremsüllyedékek határa az Alföld belseje felé a peremmel közel párhuzamosan futó vonulatot ad. Ez északon a SÜMEGHY J. tanulmányai-ban szereplő északalföldi pannóniai magas tábla (148), mely szerinte három nagyobb rögre tagolódik: a nagykúnsági, hortobágyi és nyírségi rögre. Ezek tetejét különböző vastagságú fiatal laza üledék takarja. Közöttük hézagok, kapuk nyílnak a peremi teknőkből e hátságokon át az Alföld mélye felé. Valószínű, hogy további hasonló mélyedések és hátak lépcsőzetesen vezetnek be az Alföld belsejébe.

Az Északkeleti-Kárpátok előterében, illetve a vulkáni belső perem előtt szintén peremsüllyedékek vonulnak végig. A Nyírség és különösen a záhonyi orom ennek belső, az Alföld felé eső, határát jelzi. A keleti alföldszél fiatal süllyedékei az Ér-völgye, a Sárrétek, a Fehérkörös medencéje. Az innen befelé tartó vizek a Tiszaháton a Körösök torkolatától a Hajdúság—Nyírségig vonuló hátságba ütköznek. Ezek táplálják száraz nyarakon a Körösök, Berettyó és Hortobágy medreiből lefolyó felszíni vizet is. A mélyen bevágott folyómedrek oldalán felszínre törő talajvíz nélkül e száraz területen a folyók nyáron elapadnának.

A peremsüllyedékek által teremtett rendet a hegyvidékekből a medencékbe benyúló hátak bontják meg. Ilyen a Monor—Irsán át Cegléd felé nyúló hátság. Ilyent sejtünk a Mecsekhegység csapásirányának északkeleti folytatásában, a Duna—Tisza köze alatt. Az Alföld északkeleti részén, a Hajdúság alatt is ilyen hátat nyomozunk.

A felszínközeli földalatti vizek egyik legfontosabb gyűjtőhelye Alföldünkön a *Körösök—Tisza és Maros szöge*. Itt 200—300 m mélységben nagy mennyiségű víz gyűlik össze. Úgy látszik, nagyobb összefüggő vízrekesztő rétegek fedik le ezeket a víztartókat, mert alattuk általános a nagy nyomás, amely a felszín fölé hajtja e rétegek vizét. Ezeket a rétegeket sűrű artézikúthálózat csapolja meg. Felettük kisebb mélységben is vannak jó víztartó szintek, de ezek nem olyan általános elterjedésűek és nem adnak felszökő vizet. A talajvizet azonban táplálják és eléggé a felszín közelében tartják.

A Duna—Tisza között, a Monor—Irsa pannóniai hátság körül alakult ki olyan magas talajvízű övezet, amely hasonló a hegyperemek előtti előmélyedések talajvíztechnőihez. A dombvonulat egy pannóniai táblarög, ez szabott határt keleten a pleisztocén Duna nagy törmelékkúpjának. A Duna—Tisza közti hátság jól elválasztható északi és déli részre különül. Az északit a Duna pleisztocéneleji nagy törmelékkúpjának tartjuk. Felszínközeli vizei régi dunahordalékban mozognak, ÉNy—DK-i irányú medrek sokaságában. A mélyebb pleisztocén rétegek vize a felszínig felnyomul és táplálja a talajvizet. A hátság közepén, Ócsa—Dabas—Örkény—Lajosmizse—Kecskemét—Kiskúnfélegyháza irányában idősebb hátság vonul végig, annak területén a talajvíztükör a felszín alatt mélyebben helyezkedik el finomabb szemcsészetű üledékben.

A Duna—Tisza köze déli felén a pannóniai alap mélyebben van. A felszín alatt nagy mélységben vastag pleisztocén és levantei rétegek találhatók. A vizet adó hegyvidékkel azonban körülményes az összekötte-

tésük. A mélyebb víztartó szinteket felfelé agyagos, löszös, eléggé összefüggő rétegek fedik, azért a talajvíz a Hátság déli részének kiemelkedő nyugati frontján mélyen helyezkedik el. A magaspart néhány forrása meg is csapolja e mélyebb rétegeket. Viszont a déli hátságrész Tisza felé néző oldalán a talajvíz közvetlenül a felszín közelében van és homokban áll.

Vízföldtanilag legegyszerűbb a *Kisalföld medencéje*. A megsüllyedt pannóniai tábla öblét laza üledék — legnagyobbbrészt durva kavics — tölti fel. Ezekben a víz a felszín közelétől többszáz méter mélységig megtölti a hézagokat anélkül, hogy nagyobb kiterjedésű záróréteg összefüggő emeletekre különítené a rétegösszletet. Csak a peremek közelében vannak agyagos-iszapos közbeékelődések, amelyek alatt a víz nagyobb nyomás alatt áll és a furatokból a felszín fölé felszökik. Sok a helyi zárólencse. A legfelső rétegek vize a Kisalföld emelkedő peremein durva kavicsban erős áramlásban van.

3. Talajvízkészlet, talajvízháztartás

Az egyes víztartó rétegek vízbőségét, az utánpótlódás mérvét vagy helyszíni vizsgálatokkal, víznyeletéssel, próbaszivattyúzással állapítjuk meg, vagy a hézagterfogatból, szemcsenagyságból, szemcseösszetételből következtetünk — eddigi vizsgálatok alapján — a rétegben tárolódó víz mennyiségére és az utánpótlás gyorsaságára. Mindkét vizsgálati mód csak akkor ad megbízható eredményt, ha a víztartó vastagságát, kiterjedését, a többi rétegek közötti helyzetét és a vízutánpótlódás útjait is ismerjük. A legtöbb esetben azonban ez utóbbiak ismeretlenek. A próbaszivattyúzásnál ezen úgy segítünk, hogy a szivattyúzást hosszú időn át folytatjuk, így győződünk meg a réteg vizének kitartó utánpótlódásáról. Nem tudjuk mindig, hogy honnan jön a víz, de tudjuk, hogy folyamatosan jön.

A szemcseeloszlásból a hézagterfogaton át a vízbőségre való következtetésnél már nélkülözhetetlen a víztartó réteg kiterjedésének és helyzetének vizsgálata. Ezt egyrészt a terület hálózatos felfűrásával, másrészt a földtani viszonyok felkutatásával és azokból levont következtetésekkel oldjuk meg. A mélyebb víztartó rétegeknél ezek a vizsgálatok nagyjából be is válnak.

A talajvíz bőségére való következtetés már nehezebb. Ahol a talajvíz durva üledékben van, a víztükör kevésbé ingadozó és oldalirányú áramlása erős, talajvízbőségről beszélünk és következtethetünk a szemcseszerkezetből adódó vízmennyiségre. Az Alföld legnagyobb részén azonban nem ez a helyzet. A talajvíz nem »igazi« víztartó rétegben, durvaszemcséjű üledékben van. Az a víz, ami a felszín közelében, mint első víz jelentkezik, finom homokban, iszapos homokban, iszapban és igen sokszor agyagban áll. A földtani és talajmechanikai fúrások sok ezerre rúgó megvizsgált adata azt mutatja, hogy az a réteg, amely a talajvíz felső szintjét magába foglalja, még a futóhomok területeken is iszapos finom homok, vagy iszap, az Alföld belsejének túlnyomó nagy részén pedig homoklisztszerű finomszemcséjű anyag: iszap és agyag. A *talajmechanikai vizsgálat alá került*

fúrások nagy száma a talajvízszintet agyagban, iszapos agyagban, sovány agyagban, homoklisztes finom homokban, iszapos homokban, iszapban, de néha egyenesen zsiros agyagban jelzi. Ezeknek a víztartóknak folyási határát 30—40% körül határozzák meg a vizsgálatok, csak néhány esetben 30% alatt; annál több esetben 50, sőt 60% felett. A plasztikus index értékei rendszerint 10—20% között vannak, gyakran azonban 30% körül és a fölött 50—60%-ig. Ha finom homok, vagy homokliszt, homoklisztes homok a víztartó, az uralkodó szemcsenagyság 0,02—0,03 mm körül jár, ritkán emelkedik 0,1 mm-ig vagy annál nagyobbra.

Nyilvánvaló, hogy ezek a rétegek nem igazi víztartó rétegek. A víz alulról, durvább szemmagyságú rétegekből nyomul fel az iszap, agyag homokereibe és hasadékaiba, járataiba. Az alulról való áramlást bizonyítja, hogy a furatokban elért vízszint mindig emelkedik. A járatok, repedések lefelé sűrűsödnek, bővülnek.

Ezeknek a rétegeknek szemcsenagyságából, összetételéből vízmennyiséget, vízkészletet számítani akkor sem lehetne, ha a rétegek vastagságát és kiterjedését ismernénk. Az alattuk következő és durvább szemcséjű rétegek ugyanúgy nem folytatódólagos, egységes kifejlődésűek, nem regionális elterjedésűek, mint azok, amelyekben a talajvíztükör áll és határuk lefelé, a nem talajvizet tartó mélyebb víztartó rétegek felé nem vonható meg.

Lehet-e az Alföldön — tekintettel a fent ismertetett nehézségre — talajvízkészletet számítani? Egyelőre nem lehet, mert a talajvíz a mélyebb rétegvíztől igen sok helyen nem választható el, mert az a víz, amely a terület valamely részén talajvízként szerepel, másutt «rétegvíz» helyzetben van; nem lehet, mert az egész összefüggő vízvezető rendszer térfogatát nem ismerjük és annyi fúrásunk a közeljövőben sem várható, amennyi akár csak a hozzávetőleges megismeréshez is elegendő lenne.

Kitermelt és megújuló készletekről lévén szó, nem is annyira a víztartó egy időpontban adott vízmennyisége keresendő, hanem az *utánpótlás időegységre eső mennyisége*. De ezt éppúgy nem tudjuk számítani, mint a víztartók térfogatát, mert nem ismerjük az utánpótlás útjait, azok teljesítő-képességét és az utánpótlódó vízmennyiséget.

Próbálkoztak azzal, hogy a talajvízútánpótlás mennyiségét tájanként, a talajvízjáték értékeiből számítsák ki (92). Ha elfogadjuk azt a tételt, hogy a talajvíz mindenütt a helyszínen leeső csapadékból táplálkozik és sehonnan máshonnan; ha elfogadjuk azt, hogy a talajvízjáték közvetlen helyi csapadékhatásra indul meg és folyik le, csak helyi csapadék emelheti meg a talajvíz szintjét és a beszivárgó csapadékvíz teljes egészében helyi talajvízszint-emelésben érvényesül, máshová nem juthat el, akkor ez a számítási módszer célravezető lenne. De e feltételek egyike sem áll fenn.

A talajvíz oldalirányban áramlik, a beszivárgási területeken belépő csapadék- vagy felszíni víz hullámszerűen áramlik tovább és amerre vonul, megemeli a talajvíz szintjét. A talajvízjáték tehát számtalan helyen mutatja ugyanannak a vízmennyiségnek a továbbvonulását. Kivehető-e mindenütt a megemelkedő víztükörrel jelentkező víztöbblet vagy ennek egy része? Készlet-e ez mindenütt? Nem. Mert a víztükör nemcsak felülről

vagy oldalirányból kapott vízutánpótlásra emelkedik, hanem alulról is, a mélyebb víztartókban mutatkozó nyomásviszonyoknak megfelelően esetleg akkor is, ha a rétegek idegenből utánpótlást nem is kaptak. A víz-játék csak azt mutatja, hogy a víztartókban uralkodó nyomásviszonyok az egyes helyeken elszenvedett veszteségeket (párolgás, növényfelhasználás, elfolyás, kimerítés) milyen gyorsan tudják kiegyensúlyozni és milyen átlagos magasságban igyekszik tartani a talajvíz szintjét. Sem készletet, sem utánpótlást mennyiségileg nem határoz meg. Hiszen akkor azokban a törmelékkúpokban, ahol durva kavicsban, erős lejtőn, gyorsan mozog a talajvíz és alig van függőleges ingadozása, nem lenne készlet, pedig ezek vize szinte kimeríthetetlen. Másutt finomszemcséjű üledékben vagy éppen vízrekesztő agyag hasadékaiban erősen ingadozik az oldalirányban alig mozgó, pangó talajvíz szintje, pedig az utánpótlás kevés és lassú.

Ahol a talajvíz nyomás alatt áll, és felnyomul a vízzáró rétegek repedhálózatába, a vízszint ingadozása több méteres. Ezt az *ingadozást nem lehet a víztartó szemcseszerkezetével, és ebből számított hézagterfogatnál kapcsolatba hozni*, és ennek alapján a megemelkedett vízszintből vízmennyiséget számítani.

Ha az alföldi talajvizet kizárólag a helyben lehulló csapadékvíz beszivárgó része táplálná, megkísérrelhetnénk az utánpótlást a csapadék el nem párolgott és le nem folyt részéből kiszámítani. Azonban a valószínű párolgást az egész területen nem tudjuk mérni. A párolgásmérő készülékek helyenkénti adatai szerint a beszivárgási fölösleg Alföldünk jelentős részén nem múlja felül a növényzet által felhasznált vízmennyiséget. A beszivárgást figyelő mezőgazdasági vizsgálatok is azt mutatják, hogy a csapadékvíz ritkán éri el a talajvízszintet. Hangsúlyozom, hogy ezeknél a megállapításoknál mindig az Alföld belsejéről, a peremektől távolabbi, elegyengetett, lapos és nagy területeken lösszel és réti agyaggal, szikes laposokkal fedett részről van szó. Érdekes volt azonban homokvidékeken is — a Duna—Tisza közén, Nyírségben — megfigyelni, hogy a homokba beszivárgó csapadékvíz legfeljebb 1—2 méter mélységben a felszín alatt egy-egy iszaposabb, vagy régebbi talajszint humuszosabb rétegében *függve marad*. Alatta és felette teljesen száraz a homok. A nedves rétegben kapillárisan kötött víz van, csak szárítással vonható el belőle. Ugyanez a helyzet a löszfeltalajoknál, ahol a csapadékvíz nem jut le a löszlepel aljáig. Ez a talajnedvesség elzárja a párolgás útját a mélyebb talajvíz elől. Így nem szaporítja, inkább védi a talajvizet az apadástól. Száraz időszakban a növényzet vagy a párolgás a kötött nedvességet felemészti.

Más módon kell megközelíteni a talajvízbőség becslésének feladatát. Az alföldi kutakban különböző időben mért vízmennyiségeket vizsgálva azt találjuk, hogy vannak vidékek, ahol nagy területen sok ezer kútban, bármikor mérjük is azt — egyaránt kevés a víz. Száraz nyarakon pedig kiszáradnak a kutak. Így pl. a Duna—Tisza köze déli része, a Hátság keleti pereme talajvízben nagyon szegény. A kutakban nyáron alig van víz. Bugactól délre, Jászszentlászló—Szank—Kiskúnmajsa—Pusztamér-

ges—Átokháza irányában az országhatárig 4 db 25 000-es térképlap 1100 km²-nyi területén a külterületeken 8900 kutat térképeztek s ezek közül 7550-ben a mért vízoszlop nem érte el az 1 métert. A mérések nagyrészt 1950 júliustól novemberig folytak, kisebb területen 1951 májusban és 1952 júliusban. Mégis az egész területen teljes az egyhangúság. 3 m-nél több vizet az egész területen csak 13 kútban találtak.

Elmondhatjuk, hogy *ez a vidék talajvizben szegény*. A felszín alatti első víztartóréteg kis teljesítőképességű. Az adatok egymást igazolják és a sokezer különböző helyzetű, mélységű, kiképzésű kút bizonyító erővel beszél a vízadó réteg vízszegénységéről. Nem lehet szó véletlenekről, rossz kútkiképzésről, kimerésről stb. A kutak mélysége 1—2 m-től 6—7 m között váltakozik, a térszín tszf. magassága 100—120 m, s a viszonylagos magasságkülönbség 10 m. E különböző mélységű és helyzetű kutak egyformán vízszegények. A Duna—Tisza köze déli része általában mindenütt szegény talajvizben, mégis ez az észak-déli területsáv kiütkezik a szomszédságából. Tőle nyugatra, a Hátság magasabb részein és keletre a Tisza síkja felé is, több a bővebb vizű kút. A felszíni homokréteg, amelyben a víz áll, vékony, alatta iszapos löszréteg következik, mint vízrekesztő. E felett kevés víz áll. A víztartó kelet felé, vízenyős laposokban kiemelkedik, vizét itt állandóan veszíti. A magas talajvíztükről következőben nyáron a vékony homokrétegen át mindenütt erős a párolgási veszteség. Viszont éppen a felszínközeli víztükről és a közeli vízrekesztő réteg okozza, hogy télen a homokfelszínen át a vékony lepelhomok hamar megtelik vízzel, és felbukkan a belvíz. Ezt látjuk a magas hátság délkeleti részén mindenütt, de főleg a Tisza felé néző domborzati lépcsőnél, ott, ahol a homok egészen kivékonyodik, és a vízrekesztő löszréteg felszínre kerül.

A Duna—Tisza közén nincs olyan nagyobb terület, ahol a bővizű kutak ugyanolyan kizárólagossággal jelentkeznének, mint a fent bemutatott területen a vízszegények. Mégis találunk kisebb foltokon bővizű kutakat zárt csoportokban a Hátságon Örkény, Cegléd, Izsák, Kecskemét környékén s ezek bizonyítják, hogy egyes helyeken a talajvíztartó réteg vízben gazdagabb, mint a környezete. A Duna völgyében Dömsöd és Fülöpszállás környékének talajvízkútjai gazdagabbak vízben, mint környezetük.

A talajvizben szegény területeken a víz «igazi» talajvíz, szabadtükrű, nincs nyomás alatt. Ott, ahol nyomás alatt áll, ahol a felszínt vízzáró képződmény takarja, vagy ilyenek a hasadékaiban áll a víz, a kutakban az év nagy részében több méteres vízoszlop áll. Ezek a területek *talajvizben gazdagabbak* is, mert a pótlódás alulról, a mélyebben fekvő, zárt tükrű, nyomás alatt álló víztartók vizéből gyorsabb. A Tisza völgyére és a Tiszántúlra — a Nyírséget leszámítva — a nyomás alatti talajvíz jellemző. A Hortobágyon általában 2—3 m-es vízoszlop áll a kutakban, de nem ritka a 4—5 m-es. Ez a helyzet a Nagyúnságon, a Körösök torkolata körül és a déli Mezőség egyes részein is. Még több víz van a Tisza völgyében, a Hódmezővásárhely, Csongrád, Szentes környéki talajvízkutakban.

Számítást végeztünk, hogy az Alföldön *a talajvízkutakban egy adott pillanatban mennyi víz van feltárva*. Ezt az adott pillanatot az egész területre úgy kellene megválasztani, hogy a kutakban az átlagos vízmennyiséget találjuk. A különböző időpontokban felvett vízszinteket tehát — éppúgy, mint a közepes vízszint térképi ábrázolásánál — átszámítottuk a VITUKI kutak adatainak segítségével közepes vízszintre és megállapítottuk a kutakban ilyen állapotban tárolt víz mennyiségét. Alföldünk 43 000 km² területén ez *a kutakban tárolódó vízmennyiség 625 000 m³-nek* adódott.

Tegyük fel, hogy az olyan területeken, ahol a talajvíz szabadtükrű, a kutakat az első vízrekesztő réteig mélyítik le és így a kútban levő vízoszlop a víztartó réteg vízzel telt részének teljes vastagságát tárja fel. Tegyük fel továbbá, hogy azokon a területeken, ahol a talajvíztükrő nyomás alatt áll, a kutakban normális viszonyok között mért vízoszlop egy azonos vastagságú víztartó réteg rendes szolgáltatásának felel meg. E két feltétel alapján és a víztartó rétegek leggyakoribb szabad hézagterefogatával számolva az Alföld egész hozzánk tartozó 43 000 km² kiterjedésű felszíne alatt az első víztartó rétegekben közepes talajvízállás mellett 30 milliárd m³ tárolódó talajvízzel számolhatunk. A valószínű vízmennyiség ennél kevesebb, mert a kutak szaporításával a nyomás alól kapott talajvíz mennyisége az egyes kutakban nem maradhat állandó. Ez a vízmennyiség kevesebb a Duna budapesti évi közepes vízhozamának felénél. 5 hónapra volna szüksége a Dunának, hogy budapesti közepes vízhozamával ezt a teljesen kiürült víztartót megtöltse.

A kutak vízbőségét nem lehet a talajvíztartó réteg vagy rétegek vízhozamával azonosítani. De az összefüggő nagy csoportokban egymást igazoló vízszegény és bővizű kutak tájankénti tanulmányozása a talajvízkészlet és utánpótlás kérdésében ellenőrzője lehetne a vízjáték alapján végzett számításoknak. Ha a földtani és domborzati viszonyok figyelembevételével a vízbő és vízszegény kutak területét — ott, ahol élesen elütnek környezetüktől — rendszeresen végzett próbaszivattyúzással a talajvíz-utánpótlás mérvére több helyen megvizsgálánk, elérhető lenne, hogy nem túlnagy számú vizsgálattal az egyes vidékek talajvízhozamára tájékoztató adatokat kapjunk.

A *talajvízháztartás* mindkét oldalán olyan tételek vannak, amelyeket nehéz számítani. A talajvizet fogyasztja a párolgás a talajon keresztül, a növények vízfelhasználása, a folyók talajvízelvonó tevékenysége, a feltörő belvíz párolgás és lefolyás folytán szenvedett vesztesége és a mesterséges felhasználás és elvezetés. E tényezők közül a három első önmagát szabályozza. A túlerős párolgás és növényi felhasználás süllyeszti a talajvízszintet, ezáltal csökkenti a párolgást és a növények nedvességgel való ellátását. A folyókba áramló talajvíz mennyisége is szabályozza önmagát, de belejátszik a folyók vízállásváltozása is és ez nem szükségképpen halad együtt a talajvízszintváltozásokkal. Az elvezetés akkor a legnagyobb, ha sok a talajvíz és alacsony a folyók vízállása. A folyók talajvízlecsapoló tevékenysége Alföldünkön főleg a Tiszántúlon jelentős. A feltörő belvíz

a talajvíz túláradása, árvize. Ez is szabályozza a talajvízállást azáltal, hogy a talajvíz egy része a felszínen kerül lefolyásra vagy elpárolog.

Az önmagát szabályozó talajvízfogyasztás mellett a mesterséges fogyasztás és elvezetés megbonthatja a vízháztartás egyensúlyát. *Az ember a mesterséges növénytakaró megteremtésével belenyúl a talajvízháztartásba*, de e téren befolyása korlátozott. Az erdőirtásokkal a talajvízfogyasztást csökkentik, mert az erdők helyébe ültetett gazdasági növények vízfogyasztása kisebb (56). Viszont a természetes mezőségeken és pusztákon meghonosított gazdasági növények rendszerint több nedvességet használnak fel, mint a puszták természetes növénytakarója. E felhasználási többlet lesüllyeszti a talajvíztükröt, s ezzel határt is szab a mesterséges növénytakaró továbbfejlesztése elé. Igényesebb növények termeléséhez vagy nagyobb terméshozamhoz már mesterséges vízpótlásra, öntözésre van szükség.

Befolyásolja az ember a talajvízháztartást a folyószabályozási és belvízvezető munkával is. A régi, félévig vízzel borított árterek eltüntetése a talajvízpárolgást nagy területeken megnövelte, mert a felszínt borító víz a legteljesebb «zárórét» volt, és még a felszíni víz elpárolgása után is egy ideig a párolgás a talajba beszivárgó vizet fogyasztotta. Befolyásolják a talajvízállást a különböző mélyépítmények, duzzasztók, gátak, de legfőképpen az öntözés. Az öntözött területeken és környékükön a talajvízszint megemelkedik és a vízjárás időbeli menete is eltér a nem öntözött területektől.

Az aránylag legszerényebb hatású beavatkozás a talajvízháztartásba az emberek és háziállataik szükségletére kiemelt víz mennyisége. Napjainkban ugyan ez az igény rohamosan növekedik, de még mindig eltörpül mennyiségre az elpárolgás és növényi felhasználás mellett. A lakosság szaporodása és az állatállomány gyarapodása mellett főleg a talajvizet használó ipari üzemek létesítése emeli az egy főre eső vízigényt, szaporítja a kutak számát és fokozza azok kihasználását. Az 1950—55. évi számbavétel az Alföldön átlagosan 14 kutat számolt km²-enként. Ha kutanként átlagosan napi $\frac{1}{3}$ m³ fogyasztást veszünk, ami kb. megfelel egy alföldi falusi háztartás és állatlétszám szükségletének, ez km²-enként évi 1700 m³ fogyasztás, ami 1,7 mm évi csapadékoszlop-magasságnak felel meg a területen. Alföldünk területén az évi fogyasztás mennyisége kb. 75 millió m³. Az emberi fogyasztás tehát elenyészően csekély a természetes talajvízfelhasználódás mellett.

Vessük össze ezt a fogyasztási szükségletet az alföldi talajvízkutakban tározott vízmennyiséggel. Ezt — közepes talajvízállás mellett — 625 000 m³-nek találtuk. A napi fogyasztás a fenti számítások szerint az egész területen majdnem pontosan 200 000 m³-nek adódik. Ez azt jelenti, hogy a rendelkezésre álló vízmennyiséget a kutakból 3 naponként kimerítik, tehát az utánpótlási szükséglet évente az egy pillanatban a kutakban ma rendelkezésre álló vízmennyiségnek kb. 120-szorosát teszi ki.

Fogadjuk el ezt az évi 75 millió m³ vízszükségletet, ami km²-enként átlag 1700 m³-t jelent, jelenlegi alföldi viszonyok között normálisnak. Fogadjuk el azt is, hogy közepes vízállás mellett az alföldi kutaknak kb.

3 napi szükségletet kell fedezniök. Az Alföld egyes tájain a kutakban tárolt talajvízmennyiséget ehhez viszonyítva összehasonlítást tehetünk közöttük vízellátás tekintetében.

Az Alföld talajvízkutakkal legjobban igénybevett területei Békéscsaba, Cegléd, Makó, Kecskemét és Nyíregyháza vidéke. Itt 30—40 kutat térképeztek egy-egy km^2 -en, ami két-háromszorosa az átlagos alföldi kútsűrűségnek.

Cegléd 25 000-es térképlapjának 266 km^2 -nyi területén a külterületi kutak száma 5351 (km^2 -ként 21), Cegléd város 12 km^2 -es területén viszont 4456 kút van (km^2 -ként 371). A külterületi kutakban közepes vízállás mellett átlag 2 m-es vízoszlopot mérnek, tehát a kutakban összesen 5350 m^3 víz áll, a Cegléd városi kutakban 2230 m^3 . (A kutak gyűrűinek átlagos átmérője 80 cm, 1 m-es vízoszlop $\frac{1}{2} \text{ m}^3$ vizet jelent.) Békéscsaba belterületén 8950 talajvízkutat számoltak, a 17 km^2 kiterjedésű város egy-egy km^2 -ére 526 kút esik. Ezekben közepes talajvízállás mellett 8950 m^3 víz áll. A külterületi kutak sűrűsége a békéscsabai lapon $10/\text{km}^2$. Ezekben a kutakban közepes vízállás mellett 2300 m^3 víz áll. Makón, Kecskeméten és Nyíregyházán, illetve környékükön a kútsűrűség hasonló.

Ezek a vidékek talajvízben elég gazdagok, a kutakban közepes vízállás idején 2 m körüli vízoszlop van, csak Cegléd és Makó belterületén kevesebb: egy méter körüli. A belterületi kutak sűrű hálózatán át a nagyobb igénybevétel lesüllyeszti a talajvízszintet. Makó belterületén több mint 1 méterrel, Cegléd belterületén 1 méterrel kevesebb víz áll a kutakban, mint a hasonló helyzetű és mélységű külterületi kutakban. Békéscsaba, Kecskemét és Nyíregyháza körül a talajvízutánpótlás jobb, ott nincs jelentős különbség a bel- és külterületi kutak vízviszonyai között.

Jelentős még a talajvíz igénybevétele a következő helyeken: Debrecen, Orosháza, Túrkeve, Gyoma, Hódmezővásárhely. Kül- és belterületeken együttvéve a városok környékén a kutak km^2 -ként 24—29 m^3 vizet tárolnak közepes talajvízálláskor. E számok mindig a már megépített kutakban levő vízmennyiségre vonatkoznak, akkor is, ha a kutakban feltárt vizet a terület kiterjedéséhez mérjük és km^2 -re számítjuk ki. Nem jellemzik ezek a számok a terület talajvízkincsét. De a kútsűrűség, az egyes kutakban mért és átlagosan átszámított vízmennyiség alkalmas arra, hogy egymás között a tájakat a feltárt talajvízkészletek tekintetében összehasonlítsuk. (L. a 170. oldalon levő táblázatot.)

E területek vízellátása tehát az alföldi átlagosnál, nagyfokú igénybevétel mellett is — mennyiségileg — kielégítőnek látszik. Az alföldi kutaknál számított átlagos napi vízkiemelés megállapításánál tekintettel voltunk a különböző rendeltetésű kutak (falusi házi kutak, legelők, szőlők, gyümölcsösök kútjai, tanyai kutak) különböző igénybevételére és az átlagos vízfogyasztást kutanként ennek szemelőtt tartásával számítottuk. A városi talajvízkutakból a vízkiemelés kevesebb, mint a falusi kutakból, mert az állatállomány fogyasztásával nem kell számolni. Viszont az ipari vízfogyasztás és a városi lakosság nagyobb vízszükséglete helyrebillenti a mérleget. Az alföldi kutakra átlagosan számított napi 300—350 l vízkiemelés

Térkép- lap száma	Központja	A talajvíz- kutakban tárolt víz- mennyiség m ³	Kútsűrű- ség km ² -ként	A kutakban tárolt víz- mennyiség km ² -enként m ³	Egy kúthban tárolt víz- mennyiség m ³
5366/2	Békéscsaba	11254	42	42	1,0
5565/1	Makó	9328	32	35	1,1
4867/2	Nyíregyháza	9061	18	34	1,9
5365/4	Orosháza	7713	29	29	1,0
5263/2	Kecskemét.....	7624	29	29	1,0
5163/2	Cegléd	7580	36	29	0,8
4967/4	Debrecen	7145	22	27	1,2
5265/2	Gyoma	6414	17	24	1,4
5464/2	Hódmezővásárhely.....	6357	18	24	1,3
5165/4	Túrkeve	6272	22	24	1,1

lés az egész alföldi lakosságra átszámítva 50 l/nap/fő fogyasztást jelent, ami városokban sem áll messze a valóságos szükséglettől.

Alföldünk lakosságának jelenlegi vízfogyasztása igen kicsiny. Az élet-színvonal emelkedésével ezen a téren rohamos emelkedés várható. Jelentkezik ez máris egyes alföldi városok vízhiányában. A vízszükséglet rendkívüli emelkedése világjelenség. Az USA-ban több területen a rendelkezésre álló vízkészlet kimerüléséről panaszkodnak. Egyes helyeken a talajvíz szintje az erősen fokozódó vízkivétel miatt 10 méteres értékekkel süllyedt. A fejenkénti vízfogyasztást az 500 lakoson aluli falvakban 230 l/nap-ra, a városokban átlag 530 l/nap-ra becsülik. Ez csak a háztartási szükségleti fogyasztás, nincs benne az ipari célokra és öntözésre felhasznált víz (9, 96, 103).

Nálunk az építkezéseknél és tervezéseknél használt vízfogyasztási norma lakosonként és naponként 100 liter. Az alföldi falusi vízfogyasztás ennek kb. 1/3 részét teszi ki a háziállatok fogyasztásával együtt. Helyenként még kevesebbet. Országos viszonylatban az alföldi vízfogyasztás erős emelkedésével kell számolnunk, nemzetközi viszonylatban pedig országos vízfogyasztási átlagunk emelkedésével. Különösen erős az iparosodással kapcsolatos ipari vízszükséglet növekedése és a mezőgazdálkodás fejlődésével az öntözővíz-szükségleté. Tudni kell azt is, hogy *a mélyebb víztartó rétegek megcsapolása érinti a talajvízszintet is*, mert a negyedkori laza üledékkel feltöltött medencék egy-egy összefüggő nagy víztartó rendszert alkotnak.

Ha csak a mai országos háztartási vízfogyasztási normát vesszük is (napi 100 liter fejenként), ez az Alföldön a talajvízkutakban normális víz-állás idején tárolt víznek 65%-a (400 000 m³), amit az alföldi talajvízkutak csak akkor tudnának fedezni, ha vízutánpótlásuk a teljes leszívást másfél naponként pótolni tudná. Ez a legtöbb alföldi kútnál az év jó részében nem érhető el. Ez a körülmény és az alföldi talajvíz minőségi hibái kényszerűen utalnak a mélyebb vízszintek feltárásának és hasznosításának szükségességére.

Legkevesebb a kutakkal feltárt vízmennyiség a Duna—Tisza köze déli

részen a magas hátságon és a Hortobágyon. A Hortobágyon kevés a kút s bennük a vízállás erősen ingadozik, de közepes vízállásnál elegendő víz van a kutakban. A Duna—Tisza közén nagyon sok a kút, de bennük átlagos talajvízállásnál is kevés a víz, száraz nyári időben pedig kiapadnak.

A legkevesebb feltárt vízmennyiséget a Duna—Tisza köze déli részén Hajós, Jánoshalma, Kelebia, Kiskőrös, Sükösd, Pusztamérges körül találjuk. A kutak száma itt az átlagos körül jár, de bennük igen kevés a víz. Átlagos talajvízállás mellett adatai a következők:

Térkép-lap száma	Központja	A talajvíz-kutakban tárolt vízmennyiség m ³	A kutakban tárolt vízmennyiség km ² -enként m ³	Kütsűrűség kútszám km ²	Egy kútban tárolt vízmennyiség m ³
5462/2	Hajós	668	2,4	8	0,3
5462/3	Sükösd	1064	4,2	6	0,7
5563/2	Kelebia	1232	6,8	17	0,4
5462/4	Jánoshalma	1239	4,8	12	0,4
5462/1	Fajsz	1319	4,4	11	0,4
5362/4	Kiskőrös	1846	6,4	16	0,4
5463/4	Pusztamérges	1639	6,6	11	0,6
5563/1	Mélykút	3089	15,6	26	0,6

Kevés víz van a kutakban és a kutak száma is kevés Bugac, Soltvadkert, Jászszenlászló körül, Kiskúnmajsa, Pusztamérges táján és az Alföld északi peremén Mezőcsát körül. A Tiszántúlon kevés a kutakban rendelkezésre álló víz területegységre számítva a Hajdúságon, főleg Hajdúhadház környékén és a Nyírségben Nyíradony táján. A Hortobágyon a kutakban tárolódó víz közepes talajvízállás mellett kielégítő, száraz időben azonban nagyon megcsappan a vízszolgáltatás még a kevés, km²-enként 2—3 meglevő kútban is.

A talajvízháztartás bevételi oldalán kevesebb tétel áll. A talajvíz mélyégi és üledékvizekből, továbbá csapadékból, illetve közvetve folyókból, tavakból táplálkozhatik. A mélyebb rétegekből való vízutánpótlásra csak megfigyeléseink vannak, de mennyiségi adatunk nincs. A csapadék talajvízpótló hatásával azonban már sokan és sokat foglalkoztak. Ezek a tanulmányok komoly figyelmet érdemelnek, mert eredményeik tudományos és gyakorlati gazdasági szempontból egyaránt nagy horderejűek. A feladat az, hogy a megfigyelt jelenségek és a sokféle ok között a helyes, a valóságos kapcsolatot megtaláljuk. A beszivárgó csapadék akkor is emelkedést indíthat el a talajvíztükör állásában, ha nem éri el és táplálja a talajvízszintet, de átnedvesítve a felszínközeli rétegeket, a talajvízből való párolgást akadályozza, és a növények vízfelhasználását fedezi. Minél finomabb szemcséjű a felszint felépítő képződmény, annál vastagabb réteget tud ugyanolyan mennyiségű csapadékvíz átnedvesíteni. Ugyanez érvényes az alulról felfelé irányuló talajvízmozgásnál is. A nagy víztartó rendszerből felfelé törekvő víz tükre a felszín közelében annál szélesebb határok között ingadozik, minél finomabb szemcséjű az anyag, amelybe alulról felfelé

benyomul. Legnagyobb az ingadozás a finom hasadékokkal, repedéshálózattal átjárt iszapban, agyagban. Ez az ingadozás azonban független lehet a felszíni csapadékalakulástól, illetve a felszíni csapadék nem a vízutánpótlás terén játszik szerepet, hanem a felszín beázása, és a megduzzadó agyagban a rések eltömődése folytán a talajvízből történő elpárolgás megakadályozása terén.

Alföldünk belsejének felszíne évente általában 400—600 mm csapadékot kap. Ennek nagyobb része nyáron hull, legcsapadékosabb hónap az Alföldön a június. A nyári csapadék természetéhez tartozik, hogy nagyobb záporok, hirtelen felhőszakadások formájában hull, és csak ritkábban — nedves évjáratokban — hosszabb, napokon-heteken át tartó, csendes esők formájában. Nyári hónapjaink átlagos hőmérséklete a 20 C°-ot meghaladja. Ilyen meleg időben a záporok után *igen gyors a párolgás és a lehullott csapadék túlnyomó része eltávozik*. De még a téli, hó alakjában lehullott csapadék nagy része is a párolgás áldozatául esik. A hótakaró Alföldünkön rendszerint vékony, a talaj alatta gyakran fagyott, beszivárgás nincs. Az első tavaszi napokon, de még a téli napsütéses napokon is, a hótakaró szemmel láthatóan párolog, füstölög. *Beszivárgásra a lehullott csapadéknak csak kis része marad s ezt felveszi a növényzet, megköti a talaj. A talajvíz szintjének mélységéig az Alföld legnagyobb részén a csapadékvízből nem jut le semmi.*

Nem juthat le közvetlen csapadékvíz a talajvízhez az Alföldön azért sem, mert — mint már kifejtettük — a felszínt nagy területeken néhány méter vastagságban vizet nehezen átbocsátó rétegek fedik. Ilyen a szikes lösziszap, a réti agyag, az infúziós, agyagos lösz. *Alföldünk 43 000 km² területéből 23 000 km²-t borítanak ilyen vízzáró képződmények. 5000 km²-re tehető az olyan kötött homok, löszös homok, alföldi jellegű homokos lösz területe, amely mérsékelten jó vízvezető, és csak 15 000 km²-re a jó vízbefogadó terület.* Ez a jó vízbefogadó homok két nagyobb összefüggő területen található: a Duna—Tisza közén és a Nyírségben. A Duna—Tisza közti homok kiterjedése 5700 km²-re tehető, a Nyírségi homoké 4200 km²-re. A többi homok az Alföld északi peremét, a folyók mentét, és a Dél-Tiszántúl egyes részeit fedi. A jó vízbefogadó területekhez soroltuk a tőzeges területeket, viszont rossz vízbefogadókhoz az időszakos vízállásos helyeket, amelyeknek ágya rendszerint kötött iszap vagy szikes agyag.

Az Alföldnek kerekén $\frac{1}{3}$ részén számolhatunk mélyebbre hatoló beszivárgással — ha van elegendő csapadék —, $\frac{2}{3}$ részén a beszivárgás nehéz, lassú és a felszín alatti mélyebb rétegekbe nem érhet le, nem táplálhatja a talajvizet.

A homokterületeken a viszonylag gyors beszivárgás sem jelenti mindig a talajvíz pótlódását, mert itt a párolgás is erősebb és mélyebbre hatoló. A beszivárgó víz a talajból hamarosan újra elpárolog. Különösen ott, ahol a talajvíz szintje nincs a felszínhez közel és ott, ahol a homok nem homogén, hanem finomabb és durvább szemű, esetleg iszapos rétegek váltakoznak a talajvíztükör felett. A finomabb szemű és iszaposabb rétegekben a beszivárgó víz — a nagyobb kapilláris feszültség folytán — függve marad és nem hatol le a nagyobb szemcséjű durvább vagy tisztább homokba.

A Duna—Tisza köze déli részén, Kiskőrös—Baja—Kelebia között találunk olyan nagyobb homokterületet, amely alatt a talajvíztükör mélyen áll és a csapadékvíz nem férhet hozzá. A Nyírségben kisebb foltokban vannak ilyen területek.

Foglalkoznunk kell néhány szóval a beszivárgó víz lefelé hatolásának sebességével is. A tiszamenti és tiszántúli infúziós lösz «k» tényezőjét a talajmechanikai vizsgálatok 10^{-4} — 10^{-5} cm/sec-nak határozzák meg. Ez azt jelenti, hogy ha a felszínalatti rétegsor alkata folytán különböző kapilláris feszültségek a beszivárgó csapadékvíz egy részét nem tartanák vissza a felszínközeli finomszemű rétegekben, vagyis ha az infúziós löszfelszínnek több m vastagságban teljesen homogén anyagúak és szemcseösszetételűek lennének — és csapadékvíz bőven volna —, akkor *3 hónap kellene ahhoz, hogy a víz az átlagosan 4—5 m mély talajvíztükört elérje, és 6—8 hónap idő ahhoz, hogy a Nagykúnság vagy Hajdúság 8—12 m mély talajvízszínéig lejusson.*

Ha a talajvíz szintjének függőleges irányú ingadozását a helyi csapadék beszivárgása szabályozná, akkor az évszakos talajvízszint-emelkedésnek a csapadékos őszt és telet követve különböző időben késleltetve kellene megjelennie a talajvíztükör felszín alatti mélységétől és a felette levő rétegek áteresztőképességétől függően. Az évszakos talajvízjáték az ország egész területén időben meglepően egybehangolva jelentkezik. A különböző talajvízmélységű és különböző földtani felépítésű tájak talajvízjátéka között az évszakos vízjárás időbeli menete tekintetében nincsenek olyan különbségek, mint amelyet a földtani viszonyok alapján várhatnánk. Vannak kivételes helyek, ahol a talajvízjárás évi menete eltér az ország legtöbb helyén észlelt vízjárásgörbétől, de ez legtöbbször a folyók mentén figyelhető meg a folyó vízjátékának hatására. Az ellen az elmélet ellen, hogy az alföldi talajvíz a peremeken beszivárgó vízből kap utánpótlást, annakidején éppen azt hozták fel mint döntő ellenérvet, hogy a talajvíz emelkedés és süllyedés országszerte időben nagyjában egyszerre bonyolódik le. Ha pedig a pótlódás a peremek felől jön, időbeli késleltetésnek kellene érvényesülnie az Alföld közepe felé haladva. Csakhogy *a peremek felől való vízutánpótlódás nem azt jelenti, hogy a vízmolekulák minden esztendőben megteszik az utat a peremektől az Alföld közepéig.* A peremeken a laza kőzetekbe és hasadékokba beszivárgó víz állandóan tölti és telítve tartja azt a nagy tartályt, amelyet a holocén és pleisztocén víztartó rétegek képviselnek. Ezekben a rétegekben a víz a mélységgel nagyjából arányos rétegnomás alatt áll. E nyomás fenntartását biztosítja a peremekről való vízutánpótlás. A nyomás hajtja fel a vizet a felszín közelébe és a nyomás egyensúlyozza ki «normálisra» a növényzet és párolgás miatt támadt nyári leszívási szintet, mihelyt a «leszívás» meggyengült vagy megállott, tehát az évszaknak megfelelően időben nagyjából egyszerre az ország egész területén.

Az Alföld nagyobb részén a helyi csapadék nem táplálja közvetlenül a talajvizet. Az alföldi csapadék csak a felső talajréteget vagy rétegeket nedvesíti át. Másfél méternél csak ritkán hatol mélyebbre és teljes mennyiségét felhasználja a növényzet, illetve elpárolog a talajból közvetlenül, vagy a növényzeten át. A természetes növénytakaró mutatja, hogy a csapadék a mi hőmérsékleti

viszonyaink mellett az Alföld legnagyobb részén csak fű- és ligetes bokorvegetációt tud fenntartani, zárt erdőségek keletkezésére ez a csapadék kevés. Az Alföld ősi természetes növénytakarójában is csak mocsári, lápi erdők voltak, tehát ott alakult ki erdővegetáció, ahol a talajvíz közel volt a felszínhez és pótolta a felszíni csapadékot. A talajvízszint pedig egyes helyeken nem azért áll magasabban, mert több az eső, hanem azért, mert a felszint felépítő rétegek jó kapcsolatot tartanak a nagyobb beszivárgási területekkel, vagy pedig a nyomás alatt álló vizet tároló mélyebb rétegekkel.

Elképzelhető-e, hogy az Alföld nagy területén a talajvíz nagyrészt a peremeken beszivárgó és onnan a mélyebb szintek felé áramló csapadékból táplálkozzék? Elegendő-e ehhez a peremterületek csapadéka és elegendők-e azok a csatornák — közfelfogás szerint a folyóallúviumok —, amelyeken a peremi beszivárgó víz az Alföld felszíne alá bejuthat?

Alföldünk túlnyomó része a Tisza vízgyűjtőterületéhez tartozik. A talajvízgyűjtő terület nagyjából megegyezik a felszíni vízgyűjtővel, bár a Duna és a Duna alatti talajvizes rétegek valószínűleg nagyobb alföldi terület talajvizét szolgáltatják, mint amekkora a Duna közvetlen alföldi felszíni vízgyűjtője. A Tisza vízgyűjtő területe 157 000 km². Ebből az alföldi rész kb. 65 000 km².

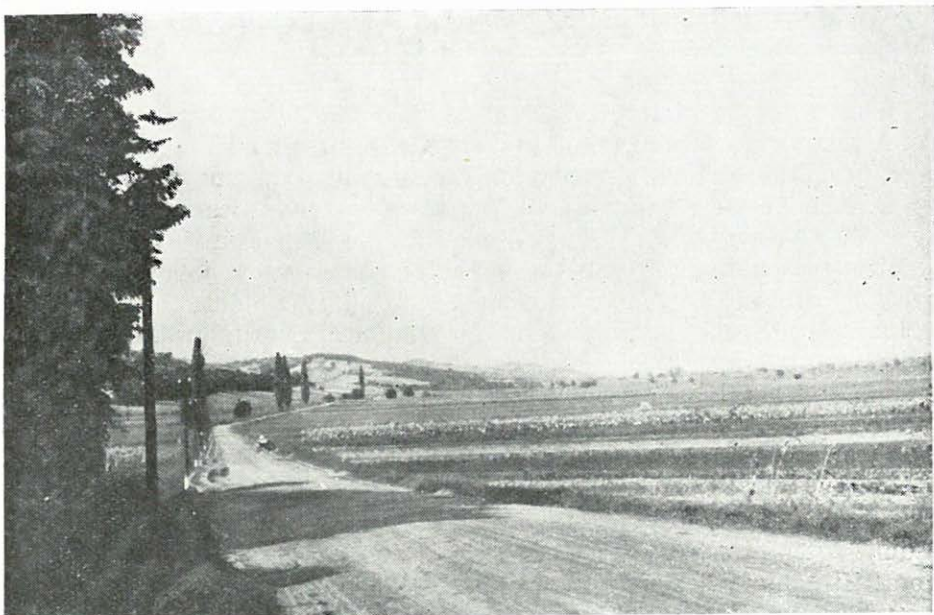
A száraz Erdélyi medence belsejét s néhány apróbb katlant leszámítva, a Tisza vízgyűjtőterületéből kb. 85 000 km² hegy- és dombvidék, s ezen az évi csapadék átlagos mennyisége 900 mm. Bár a felszíni lefolyás ebből a vízrajzi kimutatások szerint 250—300 mm-t elvisz (átlag 8—10 l/sec/km² fajlagos lefolyást számítva), még mindig több marad a beszivárgásra, mint az Alföld területén lehulló csapadék. A párolgási veszteség itt jóval kisebb. A téli és nyári időszak hőmérséklete kb. 3—4 C°-kal alacsonyabb a hegyvidékeken, mint az Alföldön, ami a párolgásban igen jelentős különbség. Emellett az Alföldön a lapos, agyagos, szikes, löszös felszínen lehulló csapadékot hosszú ideig fogyasztja a párolgás — úgyszólván addig, míg az egész el nem párolog. Néhány centiméter, legfeljebb néhány deciméter talajréteg nedvesedik át, hogy aztán az is megrepedezve újra kiszáradjon s elveszítse azt a vizet, amelyet a növényzet és a humuszos talajrész meg nem kötött. A hegyvidékeken a csapadék gyorsan összegyűlik a mély völgyekben, a tömör kőzetek hasadékaiban, a laza anyagú allúviumokban, lejtőtörmélékben, kavicssteraszokban. A párolgási veszteség kevés.

A hegyvidékről lefolyó csapadék sem vész el teljesen a beszivárgás számára. A folyómedrekbe befogadott víz onnan helyenként igen erősen táplálja a talajvizet, megszökik a mederből. Különösen árvizek alkalmával nagy a vízszökés. A Duna a Csallóközben és a pesti öböl alatt ad le sok vizet, a Tisza és mellékfolyói a Nyírség előtt és Bodroghözben adnak le sokat a mederbe egyszer már befogadott vízből.

A hegyvidéki csapadék mindenképpen elegendőnek látszik a nagy alföldi medence talajvizének pótlására. A növényzet felhasználása és a párolgás a talajból az Alföldön helyben lehullott csapadékon kívül a talajvízből évente 100—200 mm-nek megfelelő mennyiségnél többet semmiképpen nem

vihet el. A Tisza vízgyűjtőterületén felszíni lefolyás után megmaradt hegyvidéki csapadék $1/3$ — $1/6$ része elegendő az alföldi talajvízfogyás pótlására.

A második kérdésre, hogy van-e elegendő közvetítő út a hegyvidéki leszivárgó csapadék lejutására az Alföld belsejébe, szintén igennel válaszolhatunk. A hegyvidéki csapadékvíz nemcsak a folyóalluviumok csatornáin jut le a feltöltött alföldi medence belsejébe, hanem a törmelékkúpokon és



14. kép. A Zala széles völgye Kehidánál. A völgy kavicsa nagy mennyiségű vizet tárol és vezet délre. (Rónai A. felvétele.)

azokból kiágazó régi — ma eltemetett — medrekén keresztül számtalan csatornán. Ezek a csatornák teljesen behálózzák az Alföld peremét és belsejét. Ezekhez járulnak a vízrekesztő rétegek járatai, hasadécai. A hegyvidékeken befogadott csapadékvíz lejutását az Alföld mélyébe elősegítik a hasadékok, törésvonalak, vetők, amelyek a tömör kőzetekben és laza üledékekben egyaránt fellazult, a víz számára könnyen járható részeket és gyakorta víztároló szerkezeteket, csapdákat hoznak létre.

Az emberi fogyasztás által előállott talajvízhiány kicsiny töredéke annak, amit a növényzet és a párolgás elhasznál. Ennek pótlása a hegyvidékek felől és az adott utakon könnyen elképzelhető.

Az egész Alföld százezer km^2 -nyi területén az emberi és háztartási célokra évente kiemelt talajvíz mennyiségét a mi területünkön mért talajvízkutak száma és igénybevétele alapján számítva maximálisan 200 millió m^3 -re tehetjük, az ipari és egyéb célokat szolgáló vízfogyasztással ezt 300 millió m^3 -re kerekíthetjük (az ipari vízfogyasztást nagyrészt nem talaj-

vízből fedezik). A Tisza vízgyűjtőjéhez tartozó hegyvidéki terület kb. 85 000 km²-én az évi 900 mm-es csapadékból 3—4 mm beszivárgó víz elegendő az egész alföldi mesterséges talajvízkiemelés pótlására, ha az veszteségmentesen szivárog le az Alföld belsejébe. Ennél a valóságban természetesen lényegesen több szivároghat le.

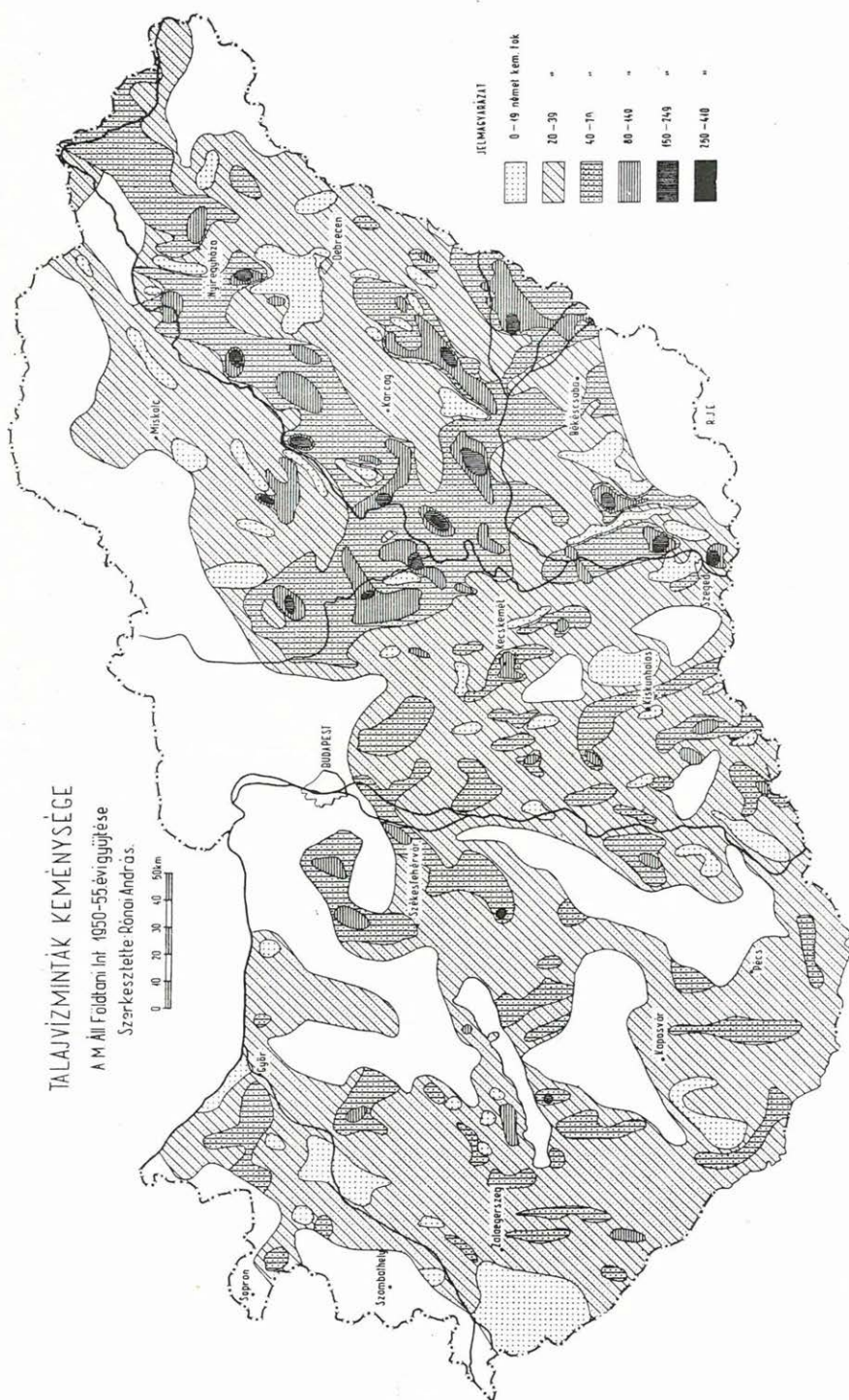
4. A talajvíz vegyi jellege

A talajvíz tájanként mutakozó vegyi jellegéről a begyűjtött talajvíz-minták vegyelemzésének adatai alapján az egyes tájak talajvízviszonyainak ismertetésénél röviden megemlékeztünk. Hátra van az ország egész alföldi és dombvidéki területének összefoglaló és összehasonlító ismertetése. A talajvízminőség az emberi fogyasztás szempontjából, a mezőgazdálkodás és építkezés terén éppúgy fontos, mint ipari hasznosítás terén. Itt ezen túlmenően vizsgálnunk kell a talajvíz oldottanyag tartalmát és a víz vegyi jellegét a víz származásának és mozgásának meghatározása céljából is.

Lényeges különbség van tájaink talajvizének vegyi jellegében. Akár az ásványosodás fokát, akár a keménységet, akár az oldatokban uralkodó sók arányát nézzük, tisztán elkülönül a Dunántúl az Alföldtől, a Kisalföld a Dunántúl többi részétől, az Alföld pereme a központi fekvésű tájaktól. A Dunántúl általában a kevésbé ásványosodott, lágy talajvíz hazája. A talajvízben oldott összes anyag literenként néhány száz mg; csak kivételesen ér el 1000—2000 mg-os értéket. Ez elsősorban annak tulajdonítható, hogy a kavicsban mozgó víz kevés anyagot old. A szomszédos helyek talajvize mind az oldott sótartalom teljes súlyában, mind kémiai jellegben hasonlít egymáshoz. Az a meglepő változatosság, amit az Alföldön lépten-nyomon találunk, a Dunántúlon csak kivételesen jelentkezik. (Itt természetesen mindig csak a síksági és alacsony dombvidéki tájakról van szó, a hegyvidékek az általános talajvíz-térképezés során végzett talajvíz-vizsgálatokból sajnos kimaradtak.)

A Kisalföld kavicsai, folyómenti allúviumai a Dunántúl kis sótöménységű, lágy vizeiből is kiemelkednek még kevesebb oldott anyagukkal. De a Kisalföld közepe, a Hanság iszapos, finomhomokos, tözegecs részeit alföldies jellegű magot képeznek nagyobb oldott sómennyiséggel, nagyobb keménységgel, megnövekedett szulfátarányal.

Ahogy a Dunántúlról kelet felé haladva állépjük a Dunát, a talajvíz vegyi összetételében határozott változást tapasztalunk. Míg a Dunántúlon nagyobb tájakon bátran beszélhettünk a «talajvíz» jellegéről, addig az Alföldön «talajvizek»-ről kell beszélnünk. *Egymás közvetlen szomszédságában igen eltérő jellegű, igen különböző sótartalmú vizet találunk* és nagyobb «táj» kialakítása az egyező vegyi jellegű vízből alig lehetséges. A Dunántúl talajvize a folyóvölgyekben, kavicsallúviumokban gyorsan mozog, cserélődik, keveredik. Az alföldi talajvíz lassan mozog, finom homokban, iszapban, agyagban áll, ezek ásványi anyagát, főleg a függőleges vízszintingadozás folyamán, erősen oldja, és a víztartó anyagától, valamint a bepárlódás mértékétől függően különböző töménységet és helyi vegyi jelleget vesz fel.

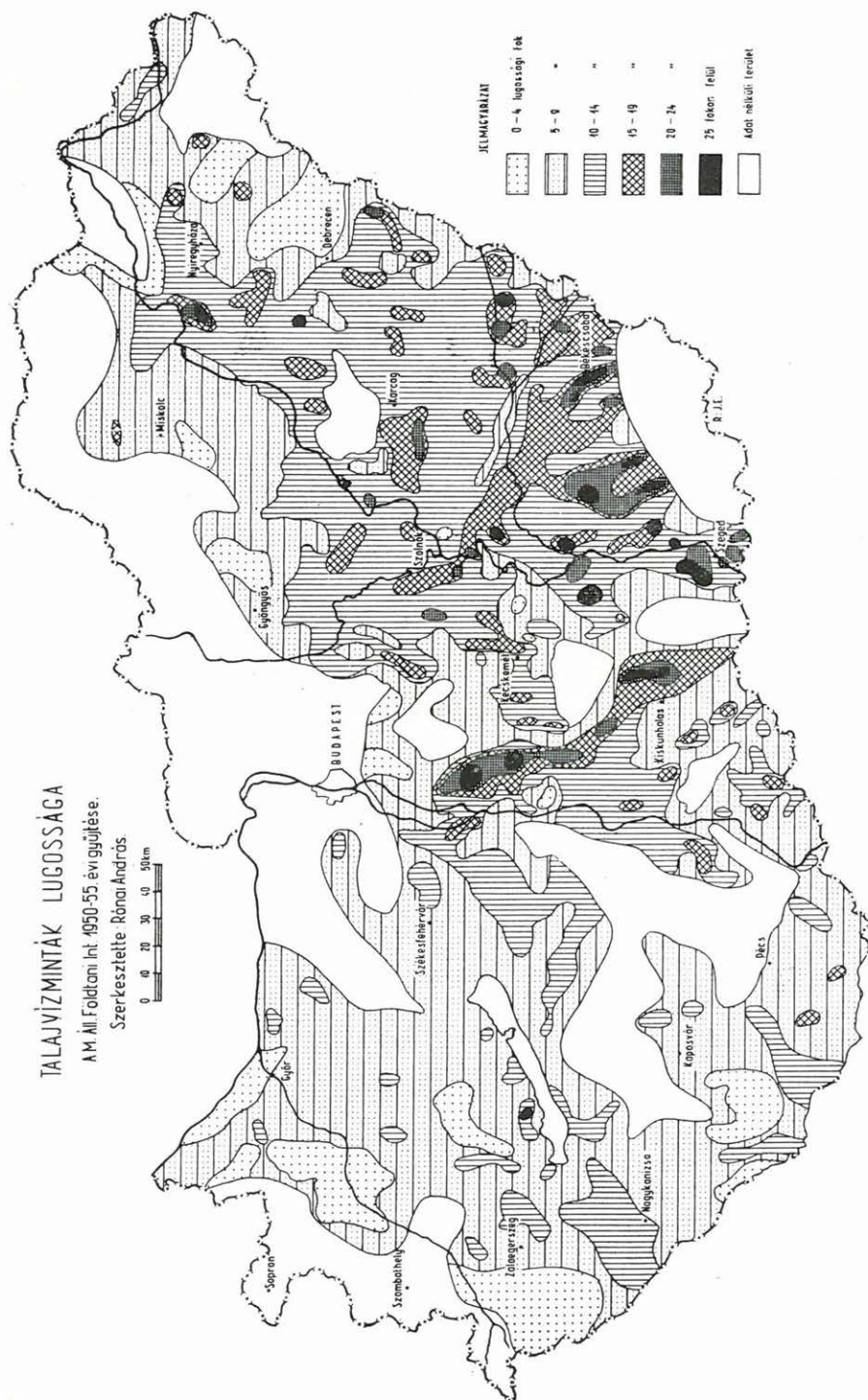
85. *ábra*

TALAJVÍZMINTÁK LUGOSSÁGA

AM III Földtani Int. 1950-55 évi gyűjtése.

Szerkesztette: Rónai András.

0 10 20 30 40 50 km



86. ábra

Általánosságban ez a nagyon változatos kép az Alföld belsejének jellemvonása. Amint a peremek felé haladunk, szelídül a kép. Az ásványosodás foka a peremtől az Alföld belseje felé nő. Kivétel ugyan gyakran akad, mégis a széleken 1000 mg körül jár az összes oldott sótartalom literenként, és kivételesek a több ezer mg-ot meghaladó sótartalmú oldatok. Amint azonban leérünk a Jászságba, a Nagykúnságba, a Körösök vidékére és a Dél-Tiszántúlra, a *4—5000 mg/l-es oldatok gyakorivá válnak*, a talajvíz nagy területen «ásványvíz» jellegű, de kedvezőtlen értelemben. (Lásd a VII. sz. mellékletet.)

A talajvíz keménységéről és lúgosságáról szerkesztett átnézetes térképek a Dunántúl és Alföld közötti különbséget jól szemléltetik. Azt is, hogy az Alföld pereméről annak belseje felé a keménység, illetve lúgosság hogyan nő. Sajnos, a víz kis területeken fellépő igen különböző jellegét kisméretű térképeken ábrázolni nem lehet. Ezért ezek a térképek csak elnagyolt tájékoztatást nyújtanak. Az eddig összegyűjtött adatokból az is kitűnik, hogy a gyűjtött talajvízminták száma kevés. Sokkal több vízmintát kell venni sűrűbb hálózatban ahhoz, hogy megfelelő tájékoztatást tudjunk nyújtani egyes tájaink talajvizének vegyi jellemvonásairól.

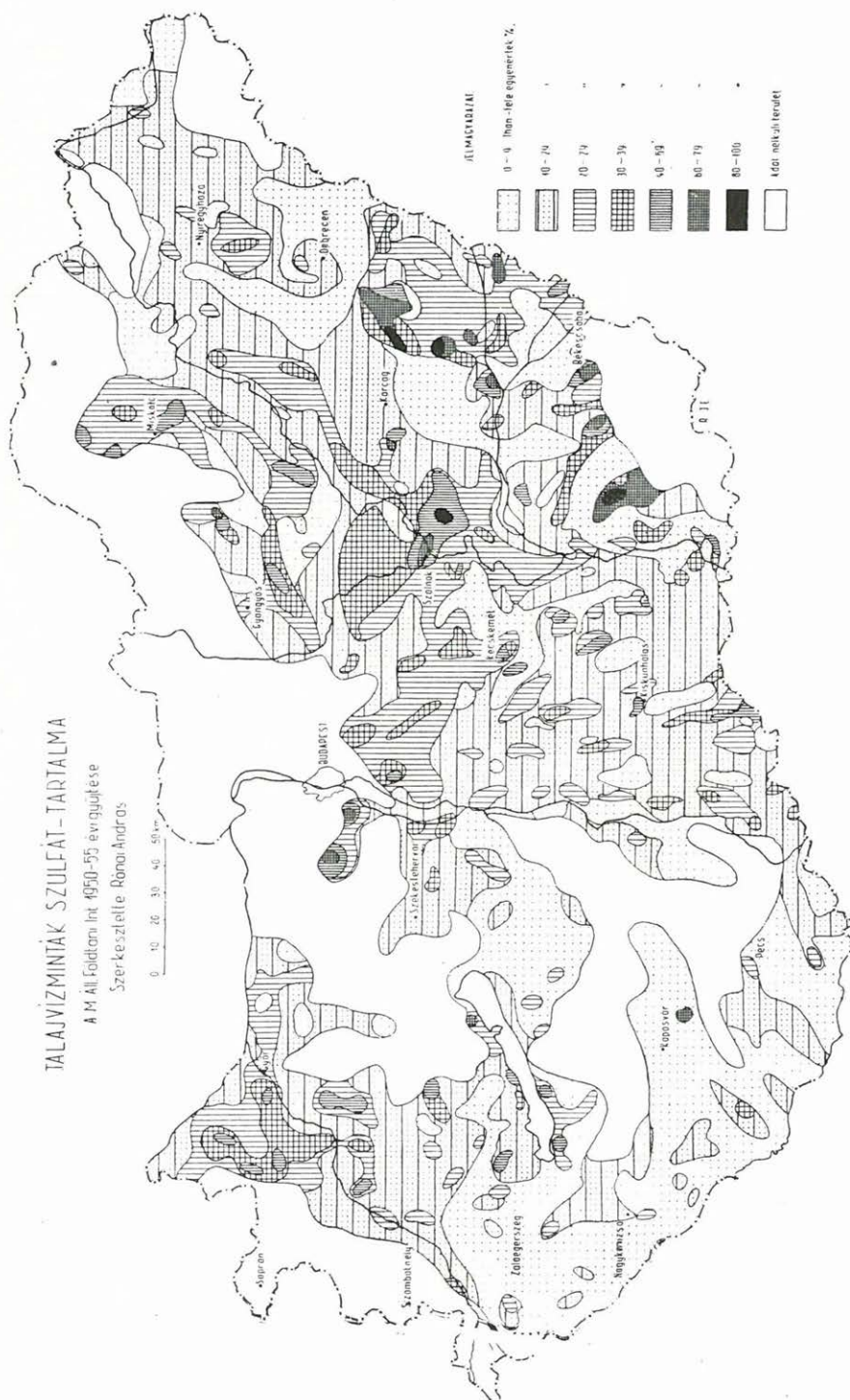
A 87, 88, és 89. ábrán bemutatott átnézetes térképek számot adnak a legfontosabb oldott anyagok: a nátrium, szulfát, klór ionjainak súlyarányáról, 1100 talajvíz minta elemzése alapján, amelyeknek kis számuk mellett az ad nagyobb fontosságot, hogy nemcsak községi kutakból származnak, hanem az egész országterületet behálózó külterületi kutakból is. Az adatok értékét emeli az elemzések egyöntetűsége és pontossága, ami a Földtani Intézet vegyi laboratóriumának és személy szerint SARLÓ KÁROLY fővegyésznek érdeme.

A talajvíznek a peremtől az Alföld közepe felé fokozódó ásványosodása vagy azt jelzi, hogy a peremektől a mélybe leáramló víz sótartalma gyarapszik, útján mind több oldott anyagra tesz szert, vagy azt, hogy a bepárlódás nagyobb az Alföld közepe táján a nagyobb nyári hőmérséklet, a lassúbb talajvízáramlás és a felszínhez közeli víztükör miatt.

A térképek tanulmányozása felveti azt a gondolatot is, hátha távolabbról hozza a talajvíz az oldott anyagot, vagy szerkezeti okokkal függ össze egyes területfoltok vizének nátriumban, kloridban való különleges gazdagsága. A különlegesen nagy és különlegesen csekély szulfáttartalom egymás melletti fellépése is tanulmányozásra érdemes foltokat, vonalakat ad. Az alföldi talajvíz és mélyebb vízszintek elemzése és vizsgálata terén mind tudományos, mind gyakorlati szempontból igen sok még a tennivalónk.

Foglalkoznunk kell itt a talajvízelemzések eredményeinek térképi ábrázolásával, annak elvi és gyakorlati nehézségeivel.

A talajvíz vegyi jellegének térképi ábrázolása olyan feladat, amely az utóbbi évtizedekben sokat foglalkoztatta a vegyészeket, geológusokat. Nálunk DALMADY Z., MAUCHA R., PÁTER J., TELEGDY-ROTH K., SZÁDECZKY KARDOS E., TOMOR J., VITÁLIS S., CSURY I. foglalkoztak az utóbbi időben ezzel a kérdéssel (23, 94, 110, 157, 162, 165). A külföldi kutatók közül

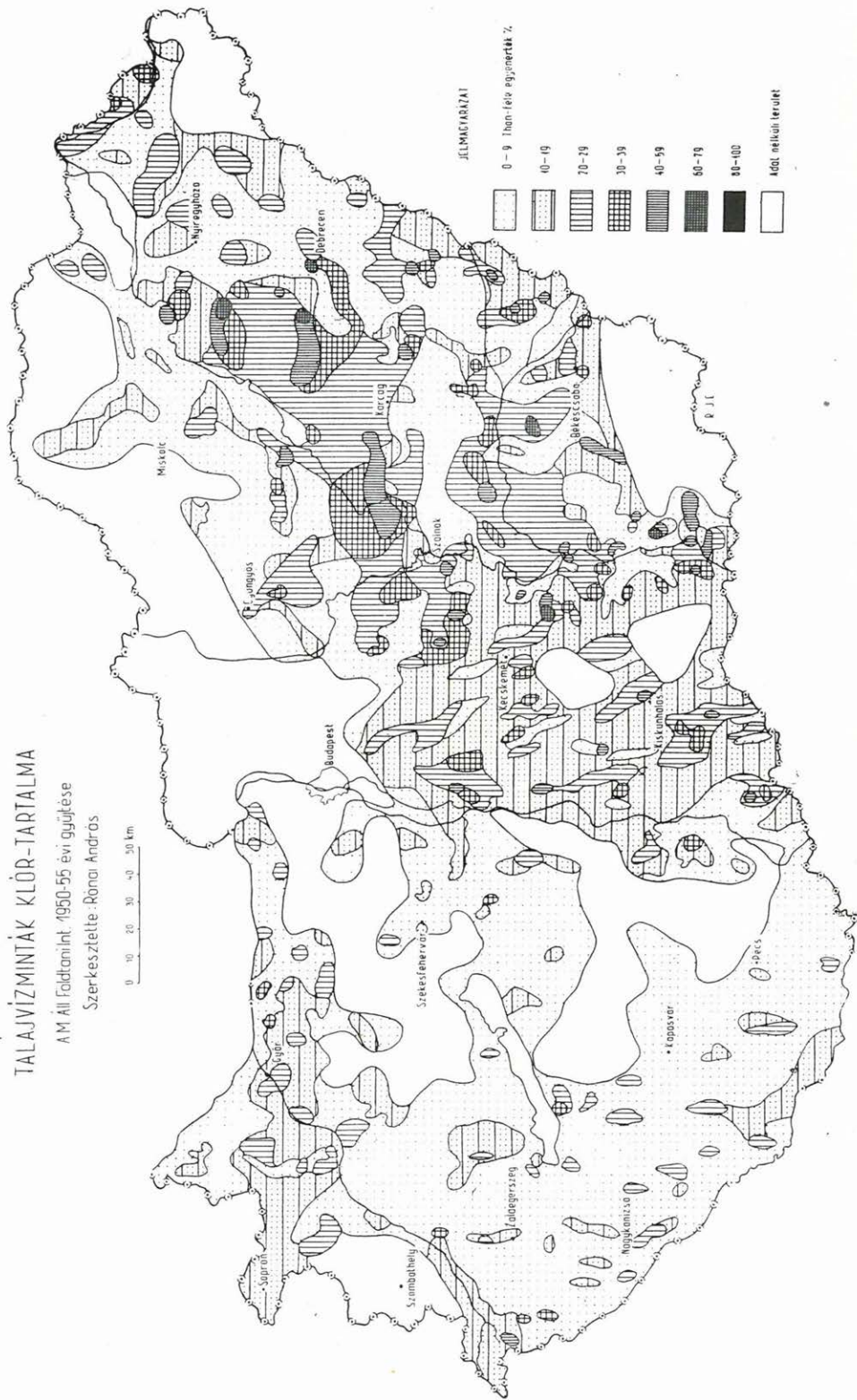


88. ábra

TALAJVÍZMINTÁK KLÓR-TARTALMA

A M Áll Földtanilnt. 1950-55 évi gyűjtése

Szerkesztette: Rónai András



PALMER H. S., HARRASOWITZ H., VERNADSKIJ V. I., PROKLOVSKIJ V. A. osztályozása és grafikus ábrázolási módszerei terjedtek el (115, 162). A feladat egyik része az osztályozás, másik része az ábrázolás. Az ábrázolásnál még külön szempont nagy területek vizeinek feldolgozásánál, hogy ne csak grafikus összehasonlításra adjon módot, hanem térképen ábrázolható s így a vízfajták egymásmellettsége, területi elterjedése is figyelemmel kísérhető legyen.

Ahogy az elemzéseknél újabban nem az oldott sókat, hanem alkotórészeik, a kationok és anionok mg/l súlyát, illetve ezek egyenértékszázalékát adják meg, úgy a térképi ábrázolásban is elterjedtek a «szulfát»-térképek, «klorid»-térképek, «nátrium»-térképek, «nitrát»-térképek stb. Ezek könnyen szerkeszthetők és jó áttekintést adnak. Mégsem kielégítőek. Egyrészt más és más térbeli képet és súlypontokat kapunk, ha az egyes ionok abszolút súlyát, vagy azoknak a többi ionhoz mért egyenértékszázalékát ábrázoljuk. Nagy abszolút értékek eltörpülhetnek más ionok még nagyobb értékei mellett. Az Alföldön gyakori jelenség, hogy a nátrium, a szulfát, a klór ionjainak stb. legnagyobb mennyiségei nem azokon a területeken jelentkeznek, ahol a vizekben a legnagyobb egyenérték-százalékarányt képviselik. Az egy-egy kationos vagy anionos ábrázolásnál is meg kell oldani az abszolút súly és az egyenértékarány együttes szerepeltetését.

Bármennyire részeire bontjuk is szét az elemzési képet, a területi ábrázolásnál törekedni kell az összkép megjelenítésére is. Éppen, mert széttagoltuk az oldott sókat, az ábrázolásnak az újraösszefogást is meg kell oldania, ez éppen a lényege. Enélkül területi értékelést adni nem tudunk. A földtani szemlélet pedig elsősorban területi azonosítást és szétválasztást kíván.

A teljes elemzési kép ábrázolását szolgálja a csillagdiagram, amelyet DALMADY, MAUCHA, CSURY alkalmazott a magyar vízkémiában, s amelynek egy újabb változatát alkalmaztuk mi is részletes térképeinken. A kiindulási alap az, hogy egy-egy kör különböző irányú sugaraira visszük fel a vízben talált ionok súlyát vagy Than-féle egyenérték-százalékát. A sugár iránya különbözteti meg az egyes ionokat, a sugárhosszúság arányos a kifejezendő mennyiséggel. A körből tetszés szerinti számban indíthatunk sugarakat, de 4—6—8 legfontosabb alkatrész ábrázolása a leggyakoribb. Az is szokássá vált, hogy a kationokat a kör egyik oldalára, az anionokat a másik oldalára helyezzük. A különböző hosszúságú sugárvégeket összekötve különböző szabálytalan csillagformát kapunk s ezek a formák egymással jól összehasonlíthatók.

Az ábrázolási módszer tökéletesítése, amikor nem a sugár hosszúságával, hanem a sugárra írt mértani idom területével fejezzük ki az ionok súlyarányát. Az egymástól nagyon elütő méretek területtel kifejezve nem húzzák szét mértéktelenül a csillagot. A sugárra írt legegyszerűbb idom a derékszögű háromszög. Ezt fogadtuk el a mi ábrázolásunknál. A háromszögek területe egymással a legjobban összehasonlítható.

A csillagdiagram általában egyenértékszázalékot fejez ki. A különböző töménységű vizek az eddigi alkalmazásban azonos nagyságú ábrát kaptak.

Ha a kiindulási köröket nagyságra arányossá tesszük az összes oldott só súlyával, akkor a különböző töménységű oldatok egymástól jól elütnek, a túlsúlyban levő ionok a kis és nagy körökből egyenlő arányban ugranak ki, tehát a vizek jellege összehasonlítható, az azonos jellegű vizek diagramjai alakra azonosak. Így viszont az ionok abszolút súlya is kifejezést nyer, és az ionok nemcsak egy-egy körön belül lesznek mennyiségre nézve összehasonlíthatók, hanem a különböző körök azonos ionjai egymásközt is.

A Földtani Intézetben készült talajvízelemzések feldolgozásánál a részletes adatok térképeinél a csillagábrák kiindulási köreit területre arányossá tettük a víz összes oldottanyag tartalmával. Így ábránkról az egyes ionok abszolút súlya és egyenértékszázalék aránya egyaránt leolvasható. A kört 8 cikkre osztottuk, 4 kation és 4 anion ábrázolására és a kör-cikkekbe írt derékszögű háromszögek területével fejeztük ki azok súlyát és arányát. (VII. sz. melléklet.)

Ezzel az ábrázolási módszerrel majdnem teljesen megegyezik az a VITÁLIS S. által ajánlott és alkalmazott legegyszerűbb módszer, amely két szembeállított félkör körcikkeivel ábrázolja az anionokat és kationokat. Ha a félköröket területre arányossá tesszük az oldatok töménységével, vagyis az összes oldott anyag súlyával, akkor majdnem pontosan azonos ábrákat kapunk, csak háromszögek helyett körcikkeket. Egy-egy körön belüli összehasonlításnál a VITÁLIS S.-féle ábrázolás kétségtelenül egyszerűbb és jobb. Több ábra egymásközt összehasonlításánál a különböző sugárhosszú és különböző szögnyílású körcikkek területének helyes érzékelése talán kissé nehezebb, mint az egyenlőszárú, tehát hegyesszögekben is egybevágó derékszögű háromszögeké. Egyébként a kétféle ábrázolás ugyanazokat az igényeket elégíti ki.

A Földtani Intézet által gyűjtött és elemzett talajvízminták vizsgálati eredményeinek ilyen részletes térképi ábrázolását az ország alföldi és dombvidéki területeiről a Földtani Intézet 1951., 1952., 1953., 1954. évi Jelentéseiben közreadtuk. Egyes helyeken, ahol bántó hiányaink voltak, felhasználtuk a MÁV-kutak vízelemzéseit is térképeink teljesebbé tételére.

Az általános tájékoztatásra igen alkalmasak azok a kismértékű térképek, amelyeken az egyes kationokat vagy anionokat szerepeltetjük. Ezek közül különösen fontos a szulfát- és klorid-térkép.

A talajvíz szulfáttartalma, ha a szulfát-ionok súlya a 800—900 mg/l-t meghaladja, káros kihatással van az építkezések alapozási munkálatainál a betonra. Ilyen magas szulfátarányt a Dunántúl dombvidékein és a Kisalföldön nem találunk a talajvízben. Csak egyes ipari tájak környékén kerül sok szulfát a talajvízbe. A Duna—Tisza közén sincs a talajvízben nagy szulfáttartalom. Ellenben a Tiszántúl nem egy helyén találunk kiugró értéket (Berettyó-vidéke és a Sárrétek, Körösök-mente és a Tisza mentén néhány területfolt).

A nátriumklorid-tartalmat a mélységi fosszilis tengervíz jellemzőjének tartjuk. Sok helyen kerülhet felszíni szennyeződés folytán (pl. trágyalével) nátriumklorid a talajvízbe, de a Tiszántúlon mélyből migráló víz is fokozhatja a konyhasótartalmat. Összefoglaló térképeink a nátriumtartalom

regionális elterjedését mutatják a Tiszántúl nagy részén és a Duna—Tisza közének árterein. Ez a nátrium hidrokarbonáttal kapcsolódik és szikes-

Rónai A
ábrázolása

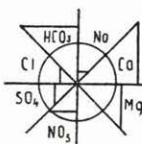


Thon-féle egyenértékek %-ban

Ósatoros 56/954

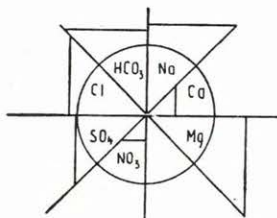
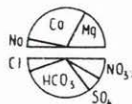
Összes oldott só: 440 mg/l

Vitális S.
ábrázolása



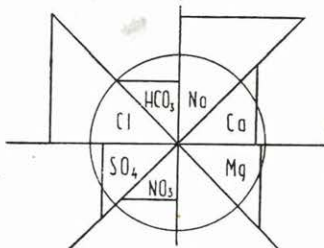
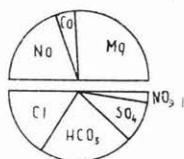
Zalaegerszeg 136/952

Összes oldott só: 636 mg/l



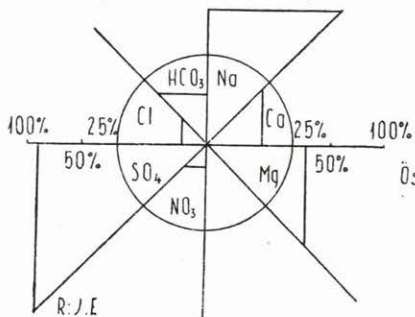
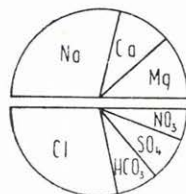
Alsólébörzsök 247/954

Összes oldott só: 2 002 mg/l



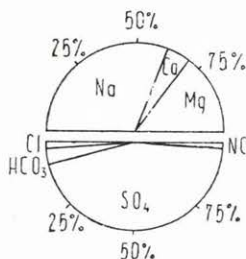
Kiskőrös 114/950

Összes oldott só: 4 964 mg/l



Vásárhelykutas 70/954

Összes oldott só: 4 641 mg/l

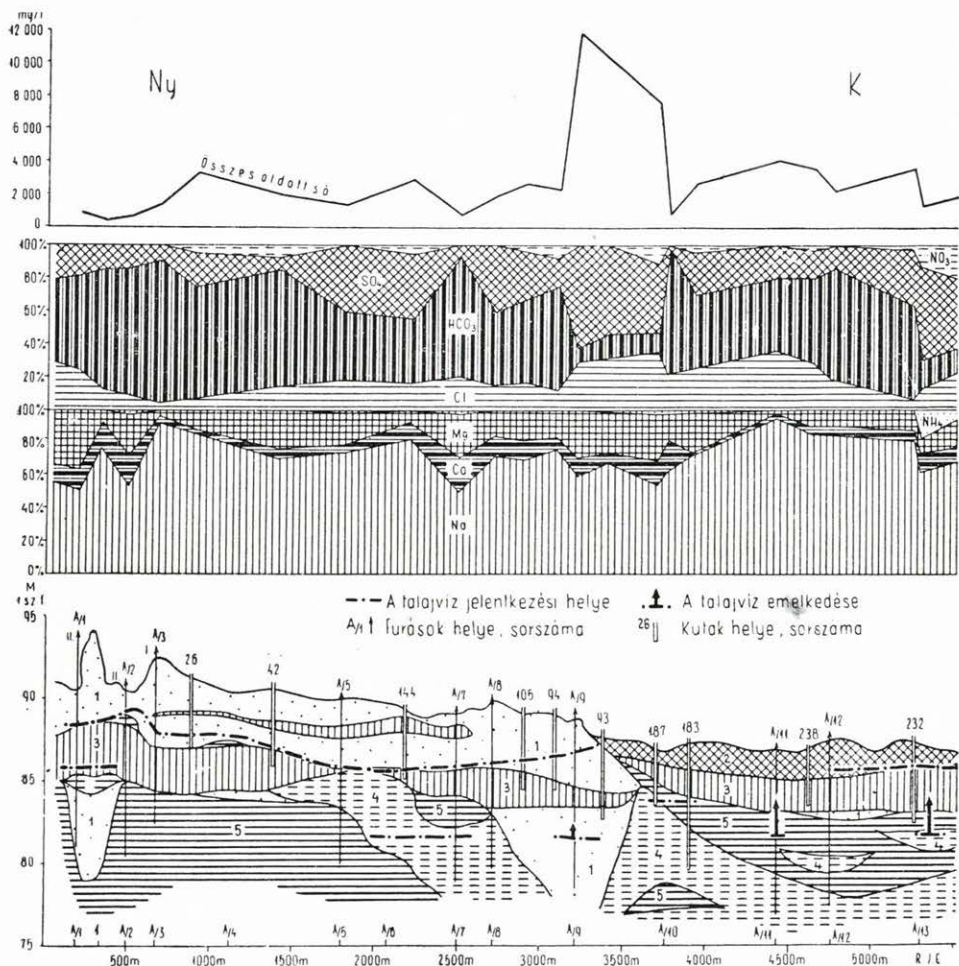


90. ábra. Vízkémiai adatok összehasonlító ábrázolása

szódás talajvizet jelent. Kloriddal társulva csak egyes foltokon találjuk a nátriumot. Ezeket a klorid-térkép főleg a Tiszántúlon jelzi.

A vízelemzési térképek mutatják az alföldi talajvizek sótartalmában

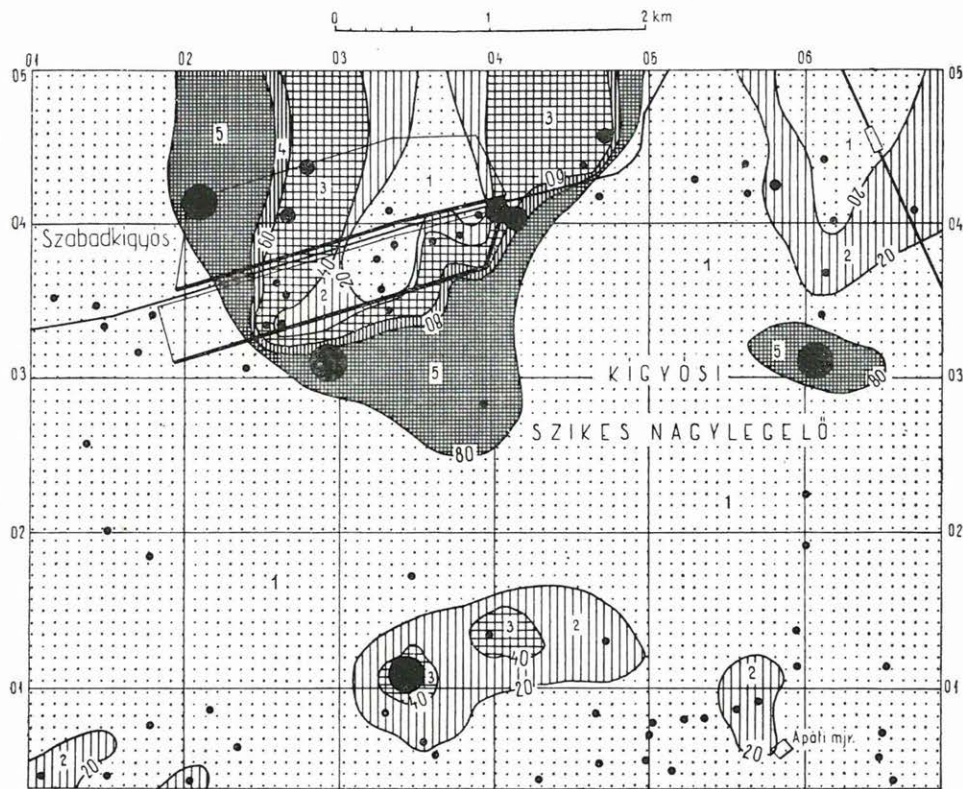
való rendkívüli változatosságát. Akár abszolút súlyra, akár egyenérték-százalékra nézve vizsgáljuk az adatokat, kimagasló nagy és rendkívül kis értékek gyakran kerülnek egymás mellé. E változatosságra példának bemutatjuk a Tiszántúl egy kicsiny területfoltját Békéscsaba közelében.



91. ábra. Földtani viszonyok és talajvízminőség a szabadkígyósi furásokban.
Jelmagyarázat: 1 finomszemű holocén folyami homok; 2 szikes lösziszap; 3 finom holocén homokos lösz; 4 holocén iszap; 5 holocén agyag

1955 nyarán a Földtani Intézet egy térképező csoportja részletes vízföldtani vizsgálatot folytatott Újkígyós község közelében. 25 km² területen 237 kútban és 126 fúrásban figyelték meg a talajvíz szintjét, annak ingadozását, rétegtani helyzetét és 81 kútban a víz minőségét is. 21 kútban többszöri vízelemzést hajtottak végre. Az 5–50 m mély fúrásokban a II–III. talajvízből is vettek mintákat. A vízelemzések eredményeit egy szelvényben a 91. ábra mutatja be.

A mintaterület a Körösvidék fiatal süllyedéke és a békési lösztábla szélén fekszik; folyami homok, infúziós lösz, szikes lösziszap és ezeknek átmeneti képződményei takarják. Keleten nagy szikes legelő terület el, nyugaton homokdombok, a terület közepét homokos és agyagos lösz fedi.



A vizmintavétel helyének köre arányos nagyságú a víz szulfáttartalmával mg/literben.

• 0 - 900 mg/l. • 900-1500 mg/l. • 1500-3000 mg/l. • 3000-6000 mg/l. • 6000-12000 mg/l.

92. ábra. A talajvíz szulfáttartalma Szabadkígyós körül.

Jelmagyarázat: 1) 0—20 Than-féle egyenértékszázalék
2) 20—40 „ „
3) 40—60 „ „
4) 60—80 „ „
5) 80—100 „ „

A talajvíz általában lúgos. A lúgosság foka 30—32-t is elér. De *nem a szik alatt találjuk a leglúgosabb vizet, hanem a szik szélén és a homokvonulatok között*. A kalciumtartalom a talajvízben igen kevés mindenfelé. A magnéziumtartalom mindenütt magasabb. Feltűnő ez, mert a víztartó réteg anyaga és 10 m-ig a rétegsor erősen mésztartalmú. A kalciumhidrokarbonát ugyanis többoldali megfigyelések szerint lefelé koncentrálódik. Uralkodik az oldatokban a NaHCO_3 . A nátriumionok egyenértékszázaléka

a szikes szélein, azoknak a medreknek a kísérő dombvonulataiban, amelyek a felszín feltöltötték, a legnagyobb. Egyes helyeken a *Na* Than-féle egyenértékszázaléka 90—97%-ra is emelkedik. Ugyanakkor vannak elemzéseink, ahol 30% körüli értékű. Abszolút súlyban is eléri a *Na* a 2000—3000 mg/l-t, de vannak 500 mg/l-en aluli értékek is. Ez utóbbiak a homokterület magasabb részére jellemzők, a legnagyobb abszolút súlyok a homok és szikes közötti löszös térszínre. Nem kevés a klorid sem a vizekben. Ez is a szikes szélein jelentkezik és 42% egyenértékarányig nő. Több helyen abszolút súlyra is nagy klórion-tartalmat kapunk; 1000—2000 mg/l is előfordul. Legtöbbször sűrűbben lakott hely közelében jelentkeznek a nagyobb értékek s így felszíni szennyeződésnek is tarthatjuk. A szulfát-tartalom különlegesen nagy arányokat ér el a mintaterületen. Egyenértékben 80—86%-ig, abszolút súlyban 12 500 mg/l-ig emelkedik. Közvetlen egymás melletti kutakban igen különböző arányokat és súlyt képvisel. Ez a térképünk mutatja leginkább, mennyire nem megbízhatók az országos átnézetes talajvízkémiai térképek, amelyeket néhány ezer adat alapján szerkesztünk. 30—40 mg/l-es szulfátértékek váltakoznak 5—6000 mg-os, sőt 9—12 000 mg/l-es értékekkel, 10—20% Than-féle egyenérték 80—86%-kal. Mindez néhány km² területen, és az egymástól erősen elütő értékek nem kivételesen fordulnak elő területileg sem, hanem ez a különbözőség a rendszeres.

IV. STATISZTIKAI ÖSSZEFOGLALÁS A KUTAKRÓL

1. Kútsűrűség, kútmélység, vízbőség

A térképezett 334 db sík- és dombvidéki 25 000-es lapon a kutak összeírása során 1 030 042 ásott talajvízkutat és 15 965 fúrt- és artézi kutat találtunk. Az összeírt kutak adatairól adjuk az összefoglalást. Elmaradt a térképezés 22 lapon és az ásott kutak ritkasága miatt nem is terveztünk talajvíztérképezést 36 hegyvidéki lap területén. Az eddig számbavett kutak tájankinti eloszlása alapján a hiányzó 16% térképezetlen terület kútjainak számát is meg lehet becsülni.

A Dunántúlon kihagyott hegyvidék területére a szomszédos területekkel való összehasonlítás alapján kb. 16 000 talajvízkutat számíthatunk; Budapest környékére 34 000 kutat, az északi hegyvidék 36 lapjára 50 000 kutat, a Tiszántúl hátralevő térképlapjaira 30 000 kutat. Összesen 130 000 talajvízkút lehet olyan területeken, amelyek valamilyen oknál fogva eddig nem kerültek térképezésre.

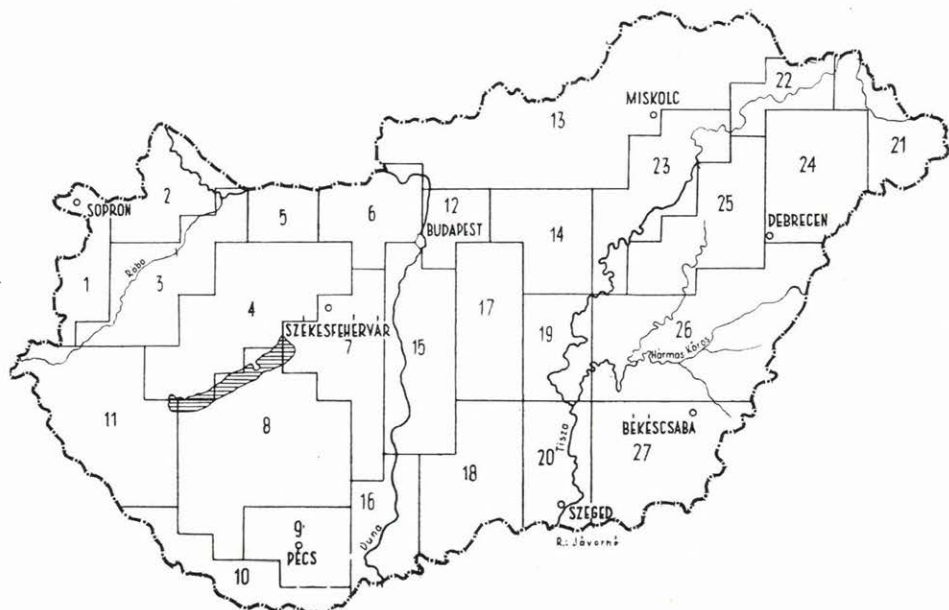
Az ország összes ásott talajvízkútjának számát tehát az 1950—55-ös években 1 160 000-re lehet tenni. Egy km² területre átlagosan 12—13 kút jut.

A számbavett 1 030 000 ásott kútnak nem minden adata áll rendelkezésre. Sok kút akadt, mely valamilyen oknál fogva nem volt mérhető. Voltak a mérés idejében hozzáférhetetlen kutak, rombadólt vagy kiszáradt kutak, ez utóbbiaknak tehát vízhőmérséklet, vízszint és vízszlop adata nincs; voltak fertőzött kutak, amelyekbe a mérőszalagot — a többi kút megfertőzésének veszélye miatt — leengedni nem lehetett, ezeknek mélységadata nincs; voltak teljesen zárt kutak, amelyeknek vízszintjét és mélységét nem lehetett megmérni, viszont vízhőmérsékletadatunk van róluk stb. A mért vízszintek száma tehát nem azonos a mért kútmélységekével, vagy a mért vízhőmérsékletekkel. Minden kategóriában van méretlen kút, de ezek nem fedik egymást.

Az 1 030 042 ásott kútból 774 260 volt városok és községek belterületén, 255 782 pedig külterületen: szőlőkben, kertekben, legelőkön, erdőkben, tanyákon szétszórva. A belterületi és külterületi kutak aránya a települések szétszórtságára is jellemző. A külterületi kutak nagyobb száma és egyenletes szétszórtsága igen kedvező az összefüggő talajvízszint-térképek szerkesztésénél. Ezért is tudunk az Alföldön megbízható és rész-

letes térképet szerkeszteni, míg a zárt településű helyeken, csak a községek belterületére vannak részletes adataink.

Statisztikai áttekintés érdekében az ország területét és a térképlapokat táji csoportokba osztottuk. 27 csoportot alakítottunk ki, figyelembe véve a nagy természetes tájakat, a domborzatot, vízrajzot, de az elhatárolásokat a térképlapok vonalhatárain vezettük.



93. ábra. A kutakról feldolgozott statisztikai anyag területbeosztása

A bel- és külterületi kutak megoszlását és a kútsűrűséget tájanként a 8. sz. táblázat foglalja össze.

A belterületi kutaknak mélységkategóriáinként, vízbőség, vízszint-mélység és vízhőmérséklet szerint való részletes statisztikai feldolgozásától eltekintettünk, mert a háromnegyedmillió kútra vonatkozó közel 3 millió adat feldolgozása óriási munkát igényelt volna. Az eredmények pedig — bár egyébként fontosak és érdekesek lennének — földtani szempontból és az országos talajvíztérképezés szempontjából kisebb jelentőségűek a számra jóval kevesebb külterületi kút adatánál. A belterületi kutak ugyanis aránylag kicsiny területfoltokon adnak csak felvilágosítást a talaj-vízviszonyokról, a külterületiek azonban — különösen az Alföldön — behálózák az egész területet.

A továbbiakban a külterületi kutak adatainak táji összesítését adjuk.

Az ásott kutak átlagos mélységének ismerete mind gyakorlati, mind tudományos szempontból fontos. A kútmélység kijelöli azt a mélységet, amennyire egyes tájakon a talajvíz biztonságos eléréséhez le kell hatolnunk. Rendszerint az első víztartó alatti záróréteget. Együttal — rendes körülmények között, főleg nyomás alatt nem álló, szabadtükrű

8. táblázat

Tájak neve	Terület km ²	Kutak száma		Kütsűrűség a terület 1 km ² -ére számítva		
		belterü- leten	külterü- leten	belterü- leti kút	külterü- leti kút	Össze- sen
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
1. Nyugati hegyvidék	1700	19642	1173	11,6	0,7	12,1
2. Kisalföld	2100	24084	2303	11,5	1,1	12,6
3. Rába-mente	3600	45318	5114	12,6	1,4	14,0
4. Bakony-Vértes,	5200					
ebből térképezve	3300	26757	4720	8,1	1,4	9,5
5. Kiszér—Tata vidéke	1100	9950	1676	9,0	1,5	10,5
6. Dunazughegység,	2200					
ebből térképezve	2000	19702	1645	9,9	0,8	10,7
7. Mezőföld	3700	35859	6074	9,7	1,6	11,3
8. Somogy	7000	70714	13048	10,1	1,9	12,0
9. Mecsek	2100	21410	2395	10,2	1,1	11,3
10. Drávapart	1700	16212	1766	9,6	1,0	10,6
11. Zala	4700	40364	4775	8,6	1,0	9,6
1—11. Dunántúl,	35100					
ebből térképezve	33000	330012	44689	10,0	1,4	11,4
12. Budapest környéke	1300					
13. Északi hegyvidék,	9600					
ebből térképezve	4100	35483	3857	8,7	0,9	9,8
14. Jászság	2600	34886	12480	13,4	4,8	18,1
15. Dunavölgyi É-i rész,	3900					
ebből térképezve	3400	35309	10829	10,4	3,2	13,6
16. Dunavölgy D-i rész	2100	21867	5424	10,4	2,6	13,0
17. Duna—Tisza Hátság észak	3100	34812	26435	11,2	8,6	19,8
18. Hátság dél	2600	22050	28172	8,5	10,8	19,3
19. Tiszavölgy középső rész	2000	12372	14723	6,2	7,4	13,6
20. Tiszavölgy déli rész	2700	21547	24281	8,0	9,0	17,0
15—20. Duna—Tisza köze,	19000					
ebből térképezve	18500	147957	109864	8,0	5,8	13,8
21. Tisza—Szamos vidék	2100	25877	2646	12,3	1,3	13,6
22. Tisza—Bodrog vidék	1700	14425	2953	8,2	1,7	10,2
23. Tisza—Sajó—Zagyva köze	3700	33111	5279	9,0	1,4	10,4
24. Nyírség	3400	42093	13701	12,4	4,0	16,4
25. Hajdúság—Hortobágy	3700	28333	14633	7,7	4,0	11,7
26. Körös-vidék,	6800					
ebből térképezve	5400	48602	24807	9,0	4,6	13,6
27. Déli-Mezőség,	4500					
ebből térképezve	3200	33481	20873	10,4	6,5	16,9
24—27. Tiszántúl,	18400					
ebből térképezve	15700	152509	74014	9,7	4,7	14,4
1—27. Összesen,	93000					
ebből térképezve	80900	774160	255782	9,6	3,6	13,2

Szám	Táj neve	Mélyiségek kategó-			
		0—1	1—2	2—3	3—4
		kutak			
1.	Nyugati határsáv	4	20	86	144
2.	Kisalföld	4	126	392	531
3.	Rábavonal	7	122	520	728
4.	Bakony—Vértes	39	120	337	459
5.	Kisbér—Tata vidéke	11	61	209	273
6.	Dunazug hegység	6	34	84	133
7.	Mezőföld	34	36	163	474
8.	Somogy	82	87	358	967
9.	Mecsek	9	34	90	162
10.	Rábapart	—	5	66	336
11.	Zala	57	83	201	458
1—11.	Dunántúl	253	728	2506	4665
13.	Északi hegyperem	247	135	244	405
14.	Jászság	1	52	410	2133
15.	Dunavölgy, észak	2	48	809	3112
16.	Dunavölgy, dél	—	19	199	891
17.	Duna—Tisza köze, észak	—	141	2988	8185
18.	Duna—Tisza köze, dél	13	149	6242	11520
19.	Tiszavölgy, Szolnok—Csongrád	6	58	1369	3517
20.	Tiszavölgy, Szentés—Szeged	14	569	5294	8289
15—20.	Duna—Tisza köze	35	984	16901	35514
21.	Tisza—Szamos vidéke	5	4	51	233
22.	Tisza—Bodrog vidéke	11	56	250	540
23.	Tiszavölgy, Sajó—Zagyva	49	13	61	408
24.	Nyírség	3	126	806	2684
25.	Nagyrona (Hortobágy—Nagykúnság)	2	35	227	1035
26.	Körösvidék	1	63	438	1225
27.	Mezőség	4	29	563	3289
24—27.	Tiszántúl	10	253	2034	8233
1—27.	Mindössze ...	611	2225	22457	52131

talajvíznél — kijelöli a függőleges vízszíntingadozás alsó határát. Olyan területeken, ahol a talajvíz kavicsban van és utánpótlása gyors, a vízszint ingadozása kicsiny, a kutakat nem mélyítik le a talajvízszint alá nagyobb mélységre. (Pl. Kisalföld, hegyperemek kavicsteraszai, északi Dunavölgy, Szatmári síkság.) A Duna—Tisza közti Hátságon, a Jászság és a Tiszántúl egyes helyein a talajvíz finom folyós homokban áll. A víztartó rétegek rendszerint nem vastagok, vízutánpótlásuk lassú és gyenge. Ilyen helyeken a kutakat lemélyítik az első záró (iszap, agyag) réteig. A Tiszántúl jó részén a talajvíz még finomabb üledékben, homokos iszapban áll és szintjének sokévi ingadozása nagy. Ilyen helyeken mély kutakat kell építeni, hogy a beszívargási felület nagy legyen és kis talajvízállás esetében is adjon vizet. Azonban rendszerint éppen ezeken a területeken a talajvíz nyomás alatt áll és a mély kúthban az elért víz egy-két métert

9. táblázat

mélysége tájaként

riák méterben							
4—5	5—7	7—9	9—15	15—20	20 <	Adat nélkül	Összesen
száma							
169	232	123	142	42	36	175	1173
434	339	74	22	1	—	380	2303
599	701	325	496	181	371	1064	5114
398	651	455	962	321	342	636	4720
230	254	141	121	15	11	350	1676
136	227	199	313	104	86	323	1645
703	1272	874	1224	270	233	791	6074
1485	2539	1512	2624	897	1687	810	13048
292	457	280	339	118	280	334	2395
403	499	159	103	14	18	163	1766
492	768	463	778	318	707	450	4775
5341	7939	4605	7124	2281	3771	5476	44689
436	701	418	492	127	184	468	3857
3587	3836	1261	679	27	53	441	12480
2561	2560	569	362	59	33	714	10829
1433	1515	480	491	115	87	194	5424
5887	5400	1568	742	135	155	1234	26435
4641	3896	1150	328	17	16	200	28172
2488	3317	2355	1076	8	2	527	14723
3413	3817	1185	309	3	1	1387	24281
20423	20505	7307	3308	337	294	4256	109864
567	746	294	128	5	8	605	2646
786	735	248	227	8	26	66	2953
954	1698	1359	462	21	9	245	5279
3001	4027	1211	362	10	8	1463	13701
2252	5041	2432	1312	55	3	2239	14633
1927	6537	7306	4667	37	11	2595	24807
7255	7750	1064	187	5	—	727	20873
14435	23355	12013	6525	107	22	7027	74014
46529	59515	27505	18945	2913	4367	18584	255782

— néha többet is — emelkedik. Ezekben a kutakban a vízszint és a kútfe-
nék között nagyobb különbség van és állandóan nagy vízoszlop áll bennük.
Mondhatjuk azt is, hogy ilyen helyeken nincs talajvíz, csak nyomás alatt
álló rétegvíz. Különleges helyzetben vannak az alföldperem kútjai, ahol
a víztartó réteg egyes helyeken vastag és erősen lejt a síkság felé, a táp-
láló területek közel vannak és erőteljes a vízáramlás. Ezekben a kutakban
a vízszint ingadozása néha 10 méternél nagyobb.

*A mért vízszintadatok és a kutakban mért vízoszlopmagasságok változó
értékek.* Olyan részletes statisztikai feldolgozást és tárgyalást nem érdemel-
nek, mint a kútmélység-adatok. A vízszintmélységek tekintetében a tér-
képi feldolgozás az egyedül helyes és kielégítő módszer. A vízoszlopadatok-
kal azonban foglalkozni kell, mert valamelyes következtetés a kutak víz-
bőségére nézve — fenntartások mellett — kiolvashatók belőlük. Bár a víz-

A talajpí-kutakban mért vízmenynység tájánként. A mért vízszlop magassága méterben

Szám	Táj neve	A vízszlopok nagyságkategóriái méterben															Adat nélküli	Össze- sen
		Külterületi kutak száma																
		0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—7	7—9	9—15	15 <								
1.	Nyugati határsáv	215	329	188	93	51	47	20	14	3	213	1173						
2.	Kisalföld	557	942	258	50	21	8	—	—	—	467	2303						
3.	Rábavonal	1103	1595	716	315	131	96	30	13	4	1111	5114						
4.	Bakony—Vértes	678	1471	894	382	189	140	63	38	10	855	4720						
5.	Kisbér—Tata vidéke	432	447	206	95	51	31	19	3	4	388	1676						
6.	Dunazug hegység	409	436	197	90	33	39	11	6	2	422	1645						
7.	Mezőföld	1251	1969	999	428	181	156	42	22	6	1020	6074						
8.	Somogy	1704	4958	3288	1087	416	268	96	38	4	1189	13048						
9.	Mecsek	353	604	499	254	147	99	34	18	4	383	2395						
10.	Drávapart	697	597	209	33	15	16	—	—	1	198	1766						
11.	Zala	688	1491	1037	555	254	193	65	26	9	457	4775						
	1—11 Dunántúl	8087	14839	8491	3382	1489	1093	380	178	47	6703	44689						
13.	Északi hegyperem	657	923	731	396	211	179	69	40	15	636	3857						
14.	Jászság	3193	5964	1786	578	191	126	23	7	—	612	12480						
15.	Dunavölgy, észak	4926	3220	1182	345	118	52	13	2	—	971	10829						
16.	Dunavölgy, dél	2740	1556	400	105	44	26	14	8	2	529	5424						
17.	Duna—Tisza köze, észak	8697	11532	3525	735	193	70	16	6	—	1661	26435						
18.	Duna—Tisza köze, dél	17792	7983	1235	256	56	13	1	1	1	834	28172						
19.	Tiszavölgy, Szolnok—Csongrád	4859	5491	2437	730	232	132	14	3	—	825	14723						
20.	Tiszavölgy, Szentes—Szeged	13858	4878	1677	1220	656	120	12	3	—	1857	24281						
	15—20 Duna—Tisza köze	52872	34660	10456	3391	1299	413	70	23	3	6677	109864						
21.	Tisza—Szamos vidéke	680	748	412	92	15	13	1	—	—	685	2646						
22.	Tisza—Bodrog vidéke	249	942	905	266	43	23	5	2	1	517	2953						
23.	Tiszavölgy, Sajó—Zagyva	538	1733	1674	622	249	110	31	12	1	309	5279						
24.	Nyírség	1592	6398	3401	643	50	6	1	1	5	1604	13701						
25.	Nagyrona (Hortobágy—Nagykúnság)	667	2970	3987	2605	1222	691	83	13	—	2395	14633						
26.	Körösvidék	1781	5416	5612	4261	2528	1957	449	127	—	2676	24807						
27.	Mezőség	7841	6239	3205	1525	586	334	46	10	—	1087	20873						
	24—27. Tiszántúl	11881	21023	16205	9034	4386	2988	579	151	5	7762	74014						
	1—27. Összesen	78157	80832	40660	17761	7883	4945	1158	413	72	23901	255782						

játék alakulása szerint a kutakban változóan több vagy kevesebb víz áll és a különbségek sok esetben tetemesek lehetnek, mégis egy-egy terület többszáz vagy több ezer kevésvízű kútja és más területek ugyancsak nagyszámú bővízű kútja összehasonlításra adnak lehetőséget.

Az alábbi statisztika a nyári kis talajvízállás-értékeit tünteti fel, mert a térképezés nagyrészt a nyári hónapokban történt. A vízoszlopok elbírálásánál és az adatok területi összehasonlításánál figyelembe kell venni a kutak mélységéről mondottakat.

2. A talajvíz hőmérséklete

A talajvíz hőmérsékletére összegyűjtött sok százezernyi adat csak statisztikus feldolgozást nyert. A felszínközeli talajvíz nemcsak évszakok szerint, de naponta is elég széles határok között változtatja hőmérsékletét, tehát a különböző időpontokban mért adatok térképi feldolgozása nem indokolt. A kútvíz hőmérsékletét befolyásolja a kút- és vízszint mélysége, a kút vízbősége, a kút helyzete a nap besugárzásával szemben, a víztartó és a felszint felépítő képződmények anyaga, a felszíni növényzet, a kút kiképzése stb. A kutak térképezésekor végzett hőmérsékletmérések általános tájékozódást kívántak csak nyújtani és a különlegesen langyos vagy meleg vizekre figyelemfelhívásnál többet nem vártunk tőlük.

A mért talajvízkutak vizének hőmérséklete $6-18^{\circ}$ között váltakozik. A 15°C -on felüli hőmérséklet — egészen kevés kivételtől eltekintve — nem származhatik felszíni felmelegedésből. Ezeknél a talajvíznek mélyebb víztartókkal való közvetlenebb kapcsolatát kell feltételeznünk. A leggyakoribb hőmérséklet a nyári térképezési idő alatt $10-13^{\circ}\text{C}$. Az egészen kis hőmérsékletek rendszerint sekély kopolyakutak vizének tavaszi korareggeli hőmérsékletét mutatják. Mély agyagtalajban a nyári talajvízhőmérséklet $2-3^{\circ}\text{C}$ -kal alacsonyabb, mint a homok- és lösztalajban.

Az átlagosnál nagyobb hőmérsékletet többfelé is gyakran mértek. A sekély kutakban ezt a felszíni felmelegedés idézi elő. Mélyebb kutakban az első talajvízszint mélyebb rétegvízzel keveredik. A területre általában jellemző középhőmérséklettől néhány fokkal eltérő *melegebb vizek néhol szerkezeti vonalak mentén jelentkeznek*. Ilyent észleltünk a Nyírség keleti peremén, ilyen sejthető a Tisza vonala mentén több helyen.

Táji különbségek is jelentkeznek a talajvízhőmérsékletben, ami egyrészt a földrajzi helyzetből (éghajlati tájak és domborzat), másrészt a talajvíz különböző mélységéből adódik. Eltekintve a különleges helyi körülmények hatásától, azt találjuk, hogy a nyugati határszél hegy- és dombvidéki területein a talajvíz hőmérsékletének leggyakoribb értéke nyáron 10°C . Délebbre, Vas és Zala megyében az emelkedettebb nyugati határszéli vidéken a talajvíz nyári hőmérséklete leggyakrabban 11°C . Ugyanakkor a Kisalföld lapályos részein a leggyakoribb nyári hőmérséklet 13°C . A Dunántúl középső részén, a Bakonyhegység körül, a leggyakoribb értékek széthúzódnak: $10-11-12^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű vizeket közel egyenlő arányban találunk, aszerint, hogy a kút a hegylábakon, vagy a síkságon,

a vízszint mélyen vagy a felszínhez közelebb van. Zala keleti részén és Somogyban kora nyáron volt a mérés. A leggyakoribb talajvízhőmérsékletet 10—11 C°-nak mérték. Itt általában mélyebb kutak vannak, az évi vízhőmérséklet-ingadozás kisebb, mint az alföldi sekély talajvízű tájakon. Az összehasonlítható nyári vízhőmérséklet leggyakoribb értékét 11 C°-nak vehetjük, ami egyezik a semleges öv évi közepes hőmérsékletével.

A Dunántúl keleti szélén és az északi hegyvidéken igen változatos a talajvíz hőmérséklete és kiugró értékcsoport nincs. 10—14 C°-ig változnak a leggyakoribb értékek. Fejér és Tolna megyében 12 C°, Baranyában 13 C° a leggyakoribb nyári talajvízhőmérséklet.

Budapesttől keletre, a Tápió dombvidékén elég hűvös talajvizeket mértek nyáron is. 9—10—11 C° a leggyakoribb érték. A Jászság mély kútjaiban 12—13 C° hőmérsékletű, a Mátra és bükkalji Mezőségen hűvösebb, 11 C° körüli a víz.

A Duna—Tisza közén a dunamenti alluviális síkon a leggyakoribb nyári talajvízhőmérséklet 12—13 C°. A Duna—Tisza közti Hátság felszínközeli talajvizeinél a magas homokterületeken 14—15 C°-ra emelkedik fel a hőmérséklet. (Természetesen itt mindig a leggyakoribb hőmérsékletről van szó, nem kirívó szélsőséges értékekről, amelyek 18 C°-ot is elérhetnek.) A mélyebb kutak vize 11—13 C°-os. A Tisza völgyében 12—13 C° a leggyakoribb nyári hőmérséklet. Ezek az adatok jól egyeznek az évi közepes hőmérséklettel. Az apró eltéréseket a talajvízszint mélysége és a víztartó anyaga magyarázza.

A Tiszántúl északi felén a nyírségi sekély kutak vizének hőmérséklete erősen ingadozik az időjárás szerint. Tavasszal 8—9 C°, nyár végén 13—14 C° a leggyakoribb hőmérséklet. A hajdúsági mély kutakban állandóan 10—12 C° körül mérünk. A hortobágyi kutak vizének hőmérséklete is 9—13 C° között ingadozik nyár elejétől végéig. Dél-Tiszántúlon 11—12 C° a leggyakoribb talajvízhőmérséklet.

A tavaszi és őszi talajvízhőmérséklet között a legtöbb kútnál országszerte 4—5 C°-os ingadozást találunk. Erre a különböző időpontokban mért, azonos helyzetű kutak nagy számának leggyakoribb vízhőmérsékleti értékéből következtethetünk. Ez az ingadozás a 3—4 m-es leggyakoribb vízszintekre vonatkozik.

Megkíséreltük az egy-egy területen talált feltűnőbb melegvizű kutak helyét térképezni. Minthogy a mérések végrehajtásánál évente használt 60—80 hőmérőnek a terepmunka ideje alatt bekövetkezett pontatlanságával számolni kell, nehéz elkülöníteni ezeket a kutakat, hiszen e fiatal, laza üledékekkel vastagon feltöltött területen a mélységi víz migrációja csak egy-két, vagy legfeljebb néhány fokos hőmérséklet-emelkedést (esetleg csökkenést) idézhet elő a kutak vizében. Ilyen felmelegedést (vagy lehűlést) pedig külső környezetbeli okok és a hibás hőmérők is előidézhetnek. Így egyértelmű és megbízható térképet szerkeszteni nem lehetett. De érdemes annyit megemlíteni, hogy a környezetüknél 2—3 fokkal melegebb vizű kutak kisebb-nagyobb foltjai végigkísérik az Alföldön a Tisza vonalát a folyó mindkét partján; megtaláljuk őket a Hajdúság közepén, Hajdúdorog

és Hajdúhadház között; a Nyírség déli peremén: Debrecen, Nyírbéltek táján; a Körösök vonalától északra: Komádi—Polcsaj—Biharnagybajom—Bucsa—Püspökladány—Törökszentmiklós táján; Békéscsaba körül és tőle délre, valamint Mezőhegyes körül. A Duna—Tisza közén ilyen részletes feldolgozást nem végeztünk.

229 387 külterületi ásott kút mért vízhőmérsékletének alább közölt táblázata áttekintést ad az egész térképezett területen feltárt talajvíz hőmérsékletéről.

Talajvíz- hőmérséklet C°	Külterületi kutak száma	% arány
5°-on aluli	28	0,0
5°	342	0,2
6°	903	0,4
7°	4854	2,1
8°	10512	4,6
9°	21294	9,3
10°	30221	13,2
11°	32829	14,3
12°	42736	18,6
13°	38254	16,7
14°	25006	10,9
15°	14655	6,4
16°	5165	2,3
17°	1476	0,7
18°	447	0,2
19°	123	0,1
20°	41	0,0
20°-on felüli	47	0,
Összesen	229387	100,0

3. Artézi kutak

A kútkataszter kiterjeszkedett az artézi kutak számbavételére is. A kutak helyét térképezték és a helyszínen begyűjthető adataikat feljegyezték anélkül, hogy a kutak mélysége, a furat kiképzése, a kút műszaki leírása, a vízszolgáltatás és vízminőség tekintetében részletesebb vizsgálatba bocsátkozhattak volna. Az artézi kutak szakszerű kataszterbe vétele a Földtani Intézet egy másik csoportjának feladata volt. A talajvízkutak összeírói csak a teljesség és ellenőrzés érdekében vették fel jegyzeteikbe és térképükre az artézi kutakat is.

Az összeírás a térképezett területen 15 695 artézi kutat talált. Ez a szám kevesebb, mint amit az előzetes becslések alapján várhattunk. E becslések, amelyek már régen 20 000 artézi kútról beszéltek, talán kissé túlzottak voltak. Az is lehet azonban, hogy az ásott kutak kataszterében néhány olyan gémes kút, amelyet továbbfúrással artézi kúttá képeztek ki, a talajvízkutak kategóriájába került. A kihagyott hegyvidéki területeken kevés az artézi kút; Budapest körül már a fúrt kutak sűrűbb hálózatával számol-

hatunk és sok mélyfúrású artézi kút van a Tiszántúl térképezésre nem került területén. Az ország összes artézi kútjának számát a terület 84 %-áról begyűjtött adatok és a maradék terület becslése alapján az 1950—54. esztendőkhöz 18 000-re tehetjük.

A mélyebb furatú artézi kutakról gyűjtött adatok részletesebb feldolgozásra nem kerültek, mert ezekről külön adatgyűjtés és feldolgozás készül. A talajvízkutak térképezése során történt számbavételük csak kiegészítő jellegű volt. A rendelkezésre álló adatokból mégis érdemesnek látszik néhányat leközölni. A fúrt kutak egy részét a lakosság artézi kútnak nevezi, más részét nem. Nincs tiszta határ azonban, amelynél el lehetne választani a kismélységű fúrt kutakat a rendszerint nagyobb mélységű és erősebb nyomású vizet szolgáltató artézi kutaktól. Többhelyt a kifolyó vizet adó, szabadon folyó kút az «artézi-kút», de sokhelyt szivattyús kutakat is artézi kútnak mondanak. A nemzetközi szakirodalom szubartézi kutaknak nevezi a nem kifolyó vizet szolgáltató mélyfuratú kutakat. Többször találkozunk azonban negatív artézi kút elnevezéssel is. Alább együtt adjuk nagyobb tájanként a fúrt és Northon-kutak számát és eloszlását.

	Artézi kutak száma
Kisalföld.....	601
Nyugat-Dunántúl.....	249
Közép-Dunántúl.....	857
Dél-Dunántúl.....	327
Mezőföld.....	488
Dunántúl összesen	2 522
Duna-Tisza köze.....	3 684
Alföld északi széle.....	1 180
Tiszántúl.....	8 579
Alföld összesen	13 543
Térképezett síkvidéki területek összesen	15 965

Az artézi kutak hazája az Alföld. Itt van leginkább szükség arra, hogy a kevés és rossz talajvíz helyett mélyebb víztartó rétegeket nyissanak meg. A Dunántúlon csak minden 13 km² területre esik egy-egy fúrt kút, az Alföldön minden 3—4 km²-re.

Országosan minden 5 km² területre jut átlagosan egy-egy artézi kút. Ezeknek a kutaknak a mélységét csak kevés helyen tudtuk a helyszínen megállapítani. A mélységi adattal bíró kutakból arra következtethetünk, hogy a Kisalföldön a fúrt kutak zöme 20 m-nél sekélyebb mélységből kapja vizét (134 ismert mélységű kútból 115). A mélyebb kutak leggyako-

ribb mélysége 50—100 m. Igen sok a kismélységű fúrt kút a Dunántúl középső részén.

Az Alföldön nemcsak a kutak száma és sűrűsége nagyobb, hanem mélységük is. Ennek valószínű oka a könnyű fúrhatóság, a kifolyó vízért való hajsza és talán az is, hogy a vízzel telt durvább szemcséjű üledékek a medence közepén mélyebben vannak. A Duna—Tisza közén a leggyakoribb fúrási mélység két mélységosztályt emel ki, az 50 m alattit és a 200—300 m közöttit. Az Alföld északi peremén jóval sekélyebbek a kutak. A Tiszántúlon igen változatos a terület s változó az artézi kutak mélységeloszlása is. Két mélységkategória szerepel itt is legnagyobb súllyal, a 20 m-nél kisebb mélységű és az 50—100 m-es mélységű kutaké. Ezt főleg a nyírségi kismélységű kutak és a Tiszántúl középső részein, a Körösök vidékének kis és közepes mélységű kútjai okozzák. A Tisza—Maros—Körös közén a leggyakoribb mélység a 200 m.

V. TOVÁBBI FELADATOK A TALAJVÍZFELTÁRÁS TERÉN

1. A felszínközeli rétegvíz és összefüggése a talajvízzel

Alföldünk nagy részén a talajvíz vagy kevés, vagy rosszminőségű és ezért mindenfelé igyekeznek további mélyebb víztartó rétegeket feltárni és hasznosítani. Ezeket a mélyebb vízemeleteket vízrekesztő rétegek választják el a talajvíztől, de e rétegek a holocén és pleisztocén üledéksorban nem folytatólagosan összefüggőek, hanem lencsés kifejlődésűek s így a talajvizet tartó rétegek az ún. felszínközeli «rétegvizet» tartó rétegektől tisztán el nem választhatók. Helyileg beszélhetünk 1., 2., 3. . . stb. víztartó rétegről (vízemeletről), s ezeknek az egy-egy helyen feltárt víztartóknak a vize különböző lehet minőség, utánpótlás, bőség tekintetében. A nyugalmi vízszint is különböző lehet, bár e tekintetben a legtöbb észlelési helyen egymáshoz közeli értéket kapnak. Nagyobb területeken, tájakon azonban nem tudjuk az 1., 2. . . stb. víztartó réteg határát megvonni, mert ezek egymással érintkeznek és összefüggő nagy rendszert adnak.

A különböző vízminőség helyi körülmények hatására alakul ki. Függ a víztartó anyagától és szemcseösszetételétől, függ a vízmozgás útjától és gyorsaságától, a víz hőfokától, a felszín felé való párolgási veszteségtől, a növényi felhasználástól és valószínűleg még sok eddig kevésbé felderített tényezőtől. Ezért találunk közel egymáshoz ugyanazon víztartó rétegből származó különböző töménységű és jellegű vizet. Alföldünkre nagyon jellemzőek a talajvíz és felszínközeli rétegvizek minőségbeli helyi különbözőségei. A helyileg 2., 3.-nak nevezhető víztartók vize a felszínközeli alföldi területeinken rendszerint kevésbé ásványosodott, kevésbé tömény oldat, mint az első vízáadó rétege, a típusos talajvízé. Ennek legfőbb oka a bepárlódás lehet s ezért évszakonként és helyenként is változó; másik ok a vízáteresztő réteggel fedett területeken a felszínről való szennyeződés.

A vízutánpótlás és nyugalmi vízszint különbségeit a nagyobb távolságokon belül összefüggő, de helyileg különböző vastagságú és kiterjedésű vízrekesztő rétegekkel egymástól elválasztott víztartókban a szemcsenagyság és szemcseelrendeződés, valamint az anyagi összetétel változása, a különböző kapilláris feszültség magyarázza meg s ez a változatosság a folyóvízi eredetű üledékek sajátossága.

Ha a holocén és pleisztocén rétegsorokban az alföldi területeken táro-

lódó rétegvíz a talajvízzel összefügg, akkor a talajvízviszonyok valamelyes fényt vethetnek a negyedkori rétegek mélyebb vizére is. Valószínű, hogy ez így van, de a helyi hatások és regionális jelenségek elválasztása igen nehéz.

Hazánkban a mélységi víz felé különösen a legutóbbi években fordult nagy figyelem. A Földtani Intézet Vízügyi Osztályán fél évszázada gyűlnek a vízfúrások adatai. Helyi tájékozódásra rendszeresen felhasználták őket, szintetikus áttekintést azonban először SÜMEGHY JÓZSEF adott róluk az Alföld geotermikus gradienseiről közölt tanulmányában (1929), majd a Tiszántúl monográfiában (1944). Egyes részétüket feldolgoztak mások is. Az ártézi kutakról a KREYBIG-féle talajtérképekhez készült magyarázó füzetekben SCHMIDT E. R. adott 25 000-es laponként áttekintést (136). Ezek a szöveges magyarázattal kiadott lapok az Alföld területének felét felelték. Legutóbb 1954. és 1955-ben egymásután jelentek meg az egész ország területére kiterjedő feldolgozások a mélységi vizekről, az eddig lemélyített és nyilvántartott fúrások adatai alapján. Ezeknek a feldolgozásoknak fő célja a víznyerés szempontjából elkülönítendő vízföldtani tájak megállapítása és a víznyerés szempontjából fontos adatok összefoglalása volt.

1954 közepén SCHMIDT E. R. adta ki első kísérletként az ország vízföldtani tájbeosztás-tervét (138). Ezt követőleg BÉLTEKY LAJOS közölte az újabb fúrási adatokat tájak szerint feldolgozva (7). Az év végén a VITUKI kiadta Magyarország vízkészlete (92) című tanulmányát s ebben a mélységi vizekről is közölt táblázatot és térképeket. 1955 elején a VIZITERV készletbecslésének eredményeit ismerhettük meg JUHÁSZ JÓZSEF tanulmányából (61).

E feldolgozások a felszínközeli (néhány száz, legfeljebb 400–600 m mélységig) fúrásokkal feltárható vízmennyiség meghatározására törekedtek. Legáltalánosabb megállapításuk, hogy vízben a holocén és pleisztocén durva üledékek a leggazdagabbak. Az idősebb képződmények — kivéve a medence-középi levantei kavicsokat és a peremi karsztosodott kőzeteket — általában szegényebbek vízben. A Dunántúl jelentős részét betakaró — lösszel fedett vagy fedetlen — pannóniai rétegek éppúgy, mint az Alföld felszíne alatt különböző mélységben eltakart pannóniai homok és agyag, vízben szegényebb. A vízzel való telítettség ugyan nem a földtani korhoz igazodik, de a különböző korú rétegek különböző helyzetben vannak, különböző a szemcsenagyságuk és tömörségük. A holocén és pleisztocén képződmények változatosan rétegzettek, s ha van is köztük sok vízrekesztő réteg és lencse, a vízáteresztő rétegek egymással kapcsolatban vannak; tömörségük a hasonló szemcsesorozatú idősebb képződményekénél kisebb. A holocén és pleisztocén rétegekben a víz általában élénkebb mozgásban van. Az idősebb — tengeri és tavi — képződmények települése általában nyugodtabb. A vetők, törések csak egy-egy síkban, irányban biztosítanak élénkebb mozgást, érintkezést a különböző rétegek vize között. Viszont az idősebb — s az Alföld medencéjében mélyebben fekvő — rétegek vize nagyobb hidrosztatikai nyomás alatt van, vízszolgáltatásuk-

ban a mélységgel növekvő nyomás játszik nagy szerepet. A negyedkori rétegek betakarják a hegylábakat és onnan elég nagy eséssel bevezetnek a medencék belsejébe. A hidrosztatikus nyomásnak nagy a szerepe a víz mozgásában. A pannóniai képződmények a hegységperemeken napszínre lépnek, s a medencék felé törések mentén a mélybe süllyednek. A törések (vetők) mentén a különböző víztartók egymással összeköttetésbe juthatnak (ha a törések nyíltak), vagy épp ellenkezőleg, egymástól elzáródhatnak (ha a törések zártak). A szerkezeti vonalak mentén az idősebb pannóniai agyagos rétegek is felszínközelbe juthatnak az Alföld peremektől távolabb eső részein is. A medencékben laza üledékekkel körülfogott és eltakart, különböző magasságban elhelyezkedő pannóniai agyagos «rögök» úgy foghatók fel, mint a vízmozgás számára nehezen járható földalatti gátak, szigetek. Körülöttük a fiatalabb és lazább üledékekben élénkebb a vízmozgás és vízszállítás.

A legtöbb vizet felszínközelben — eltekintve a hegyvidékek karsztvizétől — a Kisalföld kavicsában, a Dunavölgyben, az északi hegységperem törmelékúpjaiban és a Sajó—Hernád völgyében mutatja ki a fúrások és a kutak vízhozam-statisztikája. Ezek a területek mind közel vannak az utánpótlást szolgáltatató hegyvidékekhez és a víztartó rendszerint durva kavics. Bennük a víz a felszín közelébe nyomul, a talajvíz szintje néhány méterre van a felszín alatt. A talajvíz a mélyebb rétegek vizével összeköttetésben van, attól a legtöbb helyen nem választható el; a durva kavicsban a helyi zárólencsék alárendelt jelentőségűek. A felszínközeli víz legfőképpen abban különbözik a mélyebb rétegekben elhelyezkedőtől, hogy erősebb domborzati relief folytán erősebb mozgásban, áramlásban van.

A hegységperemektől távolabbi sík- és dombvidékek finomabb szemű üledékeiben kevesebb a tiszta hézagterfogató, és ezzel a «szabad» víz is. A holocén és pleisztocén rétegsorban a különböző szemcséjű üledékek sűrűn váltják egymást. A közbeiktató zárórétegek nyomás alatt tartják a mélyebb víztartók vizét, azért a 100—200 m mélységű kutak általában bővebb vízűek, mint a felszínhez közelebbi vízáadó rétegekre telepítettek. Ez a nagyobb vízszolgáltatás azonban sokszor nagyobb depresszióval jár. BÉLTEKY L. kimutatásai szerint a fajlagos vízhozam, vagyis az 1 m depresszióra eső vízszolgáltatás medencénkben a mélységgel arányosan csökken. Ennek megítélése terén azonban óvatosan kell eljárunk, mert csak az azonos földtani korú és egyező szemcseösszetételű, különböző mélységű rétegek hasonlíthatók hiba nélkül össze (7).

A holocén-pleisztocén rétegek alatt a Duna—Tisza közén és a Tiszántúl közepén, a Körösök vidékén, levantei homokot és kavicsot kapunk. Ezek vízszolgáltatása a megfelelő mélységű és szemcseösszetételű pleisztocén rétegekéhez hasonló. Ugyanez a helyzet a Délnyugat-Dunántúl levantei víztartó rétegeiben is.

A negyedkori rétegek alatt a magyar medencékben általános elterjedésben ott találjuk a pannóniai beltenger lerakódásait. A Dunántúlon a felszínen vannak, kiemelkednek 300 m tszf. magasságig és legfeljebb lősz

vagy folyami homok, kavics borítja őket. A Kisalföld mélyén 300 m körül van a pannóniai fekvő, az Alföldön pedig igen különböző mélységben; Észak-Tiszántúl nagy részén 200—350 m mélységben, egyes helyeken, főleg az Alföld déli szélén és a Körös—Tisza mélyedésben még mélyebben. A felső-pannóniai rétegsorban sok a homok. Ahol ezek a homokrétegek az Alföld peremén felszínre jutnak, mint jó vízbefogadók, sok csapadékvizet vezetnek le az Alföld mélyébe. Ez a helyzet a Cserhát, Mátra, Bükk lábain. Azok a pannóniai hátságok azonban, amelyeket a kútfúrások tárnak fel az Alföld belsejében, gyakorta szegények vízben. Feltehető, hogy az a pannóniai hátság például, amely az északi hegyvidék előterében kialakult peremsüllyedékeket határolja az Alföld belseje felé, alsó-pannóniai agyagos képződményekből áll. A statisztikák a dunántúli pannóniai rétegek vízszolgáltatását általában nagyobbban mutatják az Alföld mélyre süllyedt pannóniai rétegeinél. A Dunántúlon a pannóniai víztartó rétegekből termelő kutak 100—200 l/p hozamot adnak, az alföldi pannóniai víztartókat megcsapoló kutak 50—100 l/p-t. Valószínűleg partszéli durvább üledékek okozzák ezt a különbséget a dunántúli kutak javára, mert egyező szem-nagyság és elrendeződés esetén a nagyobb nyomás alatt álló alföldi rétegeknek kellene több vizet szolgáltatniuk.

A különböző mélységben elhelyezkedő pannóniai agyagos rögök az Alföld mélységi vizeinek mozgásában mint nagyszabású gátak valószínűleg fontos szerepet játszanak. A fiatalabb rétegekben lebonyolódó vízmozgás akadályozásán, terelésén keresztül hatásukat a talajvízviszonyok alakulásában is éreztetik. Azok az ábrák és térképek, amelyek a pannóniai rögöket nyugodtan fekvő és elegyengetett felszínű «táblának» tüntetik fel, a kevés adat miatt kényszerűen erősen sematizált ábrázolások. Az észak-alföldi pannóniai táblasor is inkább DNy—ÉK-i irányú gerincevonulatnak fogható föl, amelynek egyes tagjai különböző magasságúak. E vonulatot keresztirányú rések, törések vagy eróziós mélyedések szabdalják szét. A fiatalabb rétegek a pannóniai domborzatra telepednek és bennük a víztartó rétegek dőlése, lejtése a fekvő morfológiájához igazodik és ennek megfelelően a bennük végbemenő vízmozgás is. A rétegek vízviszonyai a felszínig éreztetik hatásukat. Ahol az eltakart agyagos pannóniai rétegek a felszín közelében vannak, az alulról való vízellátás rossz, a fiatalabb rétegek vize a pannóniai rög két oldalán teknőben gyűlik össze s onnan nagy nyomással tör fel a záró lencsék között és táplálja a felszínközeli talajvizet. A talajvíz tükre ott közelíti meg jobban a felszínt, ahol mély holocén és pleisztocén teknők vannak — lásd a peremmélyedésekben és az alföldi elsüllyedt pannóniai rögöket körülvevő övezetekben — és ott marad mélyebben a felszín alatt, ahol az agyagos fekvő legmagasabbra emelkedik (Hajdúság, Nagykúnság, a Nyírség egyes részei).

A Tiszántúl déli részén a pleisztocén rétegek 300—400 m vastagok. Alattuk levantei homok, agyagos homok, kavics következik. A talajvíz e fölött a mély süllyedék fölött általában magasan áll. A Körösök és Berettyó közén is vastag a negyedkori rétegsor. A talajvíz a felszín közelében áll és érintkezést tart a holocén és pleisztocén rétegek mélyebb vízé-

vel. A holocén és pleisztocén rétegek azonban végig igen finom szemcséjűek, a belőlük kivehető víz kevés, a kutak vízhozama közepes vagy gyenge. Egyedül az Alföldperem felől benyúló régi folyómedrekben találunk durvább homokot és kavicsot. Ezek az eltemetett csatornák azonban elég gyéren hálózják be az ártéri iszappal agyaggal, finom homokkal feltöltött területet.

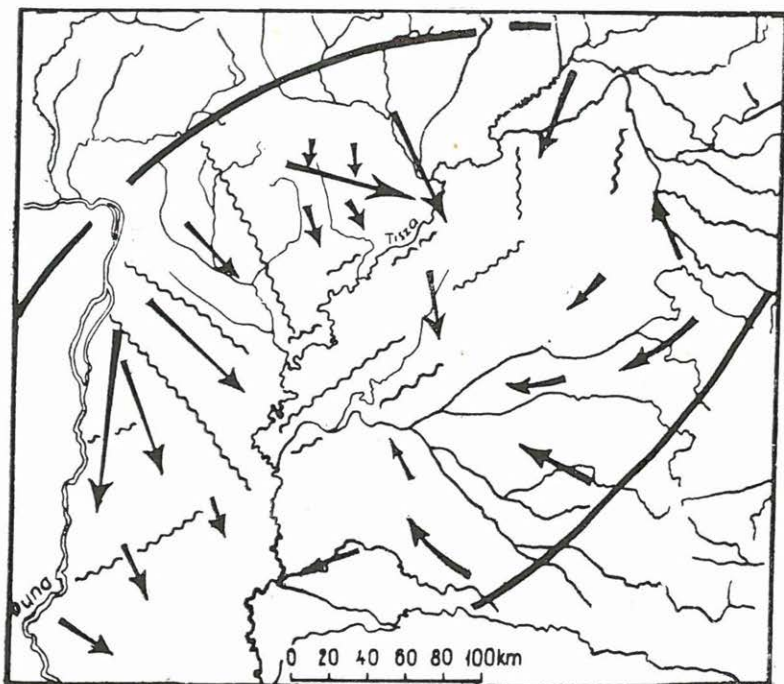
A Tisza mentén Szentés—Szeged között van egy mélyebb, de nem nagy kiterjedésű terület, ahol a negyedkori rétegek a legvastagabbak, s bennük a víz nagy nyomás alatt áll. A kifolyó vizet adó artézi kutak sűrű hálózata népesíti be ezt a vidéket. Ezek a kutak elég bő vízűek, de vízszolgáltatásuk nagy depresszió mellett megy végbe, így az egymás közelébe mélyített kutak egymás vizét csapolják meg. Sem a mélységi víz viselkedéséből, sem a fúrásszelvényekből, sem a talajvíz elhelyezkedéséből nem olvashatók ki a mélyebb szerkezetre utaló elemek. A talajvízszint mélységtérképen bizonytalan vonalak haladnak Szeged-, Hódmezővásárhelytől és Szőregtől ÉK-i irányban, de ezek nem olyan határozottak, mint amilyenekről eddig beszámoltunk. Vagy a vastag fiatal takaró — és nagy részben finom szemcséjű, a vízmozgást akadályozó fedő rétegek — leplezik el a mélyebb agyagos rétegek domborzatát, vagy nincsenek is jól elkülönülő szerkezeti egységek a felszín közelében.

A Duna—Tisza közén sokkal kevesebb mélyfúrásunk van, semhogy részletesebb képet tudnánk alkotni a pannóniai domborzatról és a negyedkori rétegek vastagságáról, víztartó szintjeiről. Meglevő fúrásaink zöme is egy-egy csomóban van néhány nagyobb város, község területén, és óriási területek vannak mélyfúrás nélkül.

Az eddigi adatokból két magasabb hátság látszik kirajzolódni; egyik a Mecsekhegység és a Tisza—Körös torkolat között húzódik és a Tisza vonala felé erősen veszít magasságából, a másik Budapest—Kecskemét vonalában nyúlik délkeletre, Kecskeméttől délre mélyre bukik, de már előbb is meg-megszakadónak vagy lépcsősen tagoltnak látszik. E két vonulat által közrefogott öböl a Duna felől kapja vízutánpótlását. A Dunavölgyet kitöltő kavics tömeg hatalmas vízgyűjtő és vízközvetítő. Vízének egy részét leadja a Duna—Tisza közti Hátság alatti vízvezető üledékeknek. Különösen a Szabadszállás—Kiskúnfélegyháza—Kiskőrösi-öböl nyer sok vizet, kútjai nagyobb hozamúak a Hátság többi részénél. E mélységi vizek a felettük elhelyezkedő laza rétegeken át a felszínközeli talajvízig éreztetik hatásukat. A Hátság területén éppen ez a rész az, ahol magas talajvízállás idején a talajvíz a felszínig feltör. A talajvíztérképekből azonban megállapítható, hogy ez az öböl nyugat felé nem nyílt, csak kapuk, rések vannak rajta. Viszont kelet felé sem zárt, hanem átvezet a Tisza völgyébe Kiskúnfélegyházától délre.

A Duna—Tisza közti Hátság keleti fele vízföldtani szempontból két külön medencére látszik különülni. A monori dombvidék és a Dunaharaszti—Kecskemét—Kiskúnfélegyháza vonalában húzódó pannóniai hátság között ÉNy—DK-i irányú árok van, ez Cegléd—Nagykőrös között kiszélesül és Vezseny—Újkécske irányába tart. A mélységi víz itt is fel-

nyomul a sűrűn rétegzett negyedkori üledéken át, s a talajvíz szintje közvetlenül a felszín közelében áll. A medence mélységi vizét északnyugat és észak felől kapja. A déli medencét a baja—kiskőrösi, illetve kiskunhalasi hátság, a kecskemét—kiskunfélegyházi vonulat és a Tisza árka határolja. Ez a medence is valószínűleg a Duna völgye felől kapja vizét. A vízadó szintek valamivel mélyebbek, mint a Hátság nyugati felén, vízszolgáltatásuk valamivel nagyobb.



94. ábra. A felszínalatti víz áramlásának főirányai az Alföldön

Az eddigi statisztikák az Alföld északi peremén az artézi kutak fajlagos vízhozamát (1 m depressziónek megfelelő vízhozam) kicsinynek mutatják a medence belsejének kútvízhozamaihoz viszonyítva. E fiatal süllyedékekben sok a finomszemcséjű agyag, kevés és csak egykori medrek mentén elterjedt a durvább üledék — a Sajó és Hernád völgyét és a törmelékkúpokat kivéve. A hidrosztatikus nyomás is kisebb, mint az Alföld mélyén kialakult negyedkori medencék alján. Ez a terület sem lehet azonban olyan egységes alkatú, ahogy a vázlatos felosztások mutatják. A Tisza vonala előtt, attól észak-északnyugatra a magasabban fekvő pannóniai hátság lába előtti mélyedésnek vízben gazdagabbnak kell lennie.

A mélységi vizek áramlási főirányait az Alföldön az eddigi feldolgozás adataiból kiindulva — feltételezve a talajvíz kapcsolatát a mélységi vizekkel — a 94. ábrának megfelelően képzelhetjük el. Ez a vázlat abban különbözik a már előbb közölt felszínközeli talajvízáramlási irányokat ábrázoló

térképtől, hogy a felszínközeli fő víztartó rétegekben uralkodó fő mozgások irányát szemlélteti a helyi jelentéktelenebb befolyásoló tényezők hatása nélkül.

A mélyebb vizek és talajvíz kapcsolatának tárgyalásánál rá kell mutatnunk arra, hogy a fúrásokkal feltárt *dunántúli artézi víz többnyire jóval keményebb, mint az alföldi*. Ezzel szemben a dunántúli talajvíz sokkal lágyabb az alföldinél, különösen a tiszántúlinál. Ez is mutatja, hogy a dunántúli talajvíz — főleg a kavicsos területeken — rövid úton gyors és bőséges utánpótlást kap a csapadékból, az Alföldön viszont a csapadékvíz hosszú utat tesz meg a föld alatt, oldatokban gazdagodik és a felszínközeli erősen bepárolódik. Az alföldi artézi víz nagyrészt pleisztocén folyóvízi rétegekből származik, a dunántúli sokhelyt közeli szomszédságban van kemény karsztvízzel, vagy többször áramlik sokban gazdagabb tengeri rétegekben (fosszilis víz). Ahol a Dunántúlon is vastag negyedkori laza képződményekben áll a víz (pl. a Kisalföldön), ott az artézi víz is lágy.

Az a nagy ellentét, ami a Dunántúlon a talajvíz keménysége és a fúrásokkal feltárt, mélyebbről jövő vizek keménysége között fennáll, azt is mutatja, hogy ezen a területen az érintkezés a talajvíz és mélységi vizek között nehezebb, mint az Alföldön, vagy egyes helyeken egyáltalán nincs is meg. A Tiszántúlon igen erős különbségek vannak szomszédos helyeken a talajvíz keménységében. Ennek oka, hogy a tiszántúli talajvíztartó rétegek anyaga igen különböző. Lehetséges azonban, hogy az artézi víz könnyebb érintkezése és keveredése a talajvízzel okoz helyenként feltűnő lágytságot az alföldi talajvízben. Erre kell gondolnunk a Tiszántúl déli részén, ahol sem nagyobb csapadék, sem a felszín anyagának áteresztőképessége, sem a folyókhoz való közelség nem indokolja a helyenként feltűnően lágy talajvizet.

E fejezetben a magyar medencék mélyebb víztartó rétegeiről csak azért beszéltünk, mert azok vize a talajvízzel érintkezésben van és a talajvíz helyzete feletti áttekintés nem teljes e kapcsolatok megemlítése nélkül. A mélységi vizek és víztartók részletes tanulmányozása azonban nem feladata ennek a monografiának. A Földtani Intézet vízföldtani osztálya az artézi kutakról külön katasztert készít. Ez az osztály a hivatalos őrzője a kútfúrások helyét, adatait és rétegsorát felölelő országos gyűjteménynek is, annak a hatalmas anyagnak, amelynek feldolgozásából a magyar föld mélységi vizeinek korszerű ismertetése és térképezése várható.

2. Alföldszerkezet és vízkutatás

Az előbbi fejezetben összehasonlítón beszéltünk az artézi vízről és talajvízről. Rámutattunk az Alföld felszíne alatt a negyedkori és idősebb rétegekben tárolódó víz különbözőségére, az artézi víz és talajvíz érintkezésére. A talajvíz felszín alatti mélységéből nagy vonalaiban az Alföld földtani felépítésének vonalait lehet kielemezni. A szerkezetnek a talajvízviszonyok alapján való nyomonkutatásánál óvatosan kell eljárunk, mert a talajvízmélység kis formáinak létrehozásában különböző tényezők ugyan-

olyan eredményeket hozhatnak létre. Mégis úgy látszik, hogy az észak-tiszántúli területen a talajvízmélység az alaphegység gerincvonulatát és a felszínközeli idősebb rétegeket tükrözi. A Duna—Tisza közén Duna-haraszti—Kecskemét—Kiskúnfélegyháza vonalán a talajvízmélység feltűnő vonalai a szerkezeti vonalakkal szintén egybeesnek. Az Alföld északi peremén a hegylábak előtt körbefutó magas talajvízű foltok az előmelyedések területével egyeznek. Ugyanilyen foltok a Duna—Tisza közén is holocén és pleisztocén mélyedéseket jelölnek.

Természetesen van jónéhány rendellenes folt, vonal a talajvíztérképen, amit domborzati vagy folyóhatással magyarázni nem tudunk és vagy a felszínközeli rétegek anyagi különbségeiben, vagy szerkezeti különbségekben keressük előidéző okukat anélkül, hogy ez utóbbiakra nézve elegendő más támpont állna rendelkezésünkre. Az eddigi mélyfúrások alapján megrajzolt alföldszerkezet-térképeket vagy a geofizikai mérésekből kapott adatokat azonban nem látszik teljesen haszontalannak összevetni a talajvízdomborzat és a felszínhez viszonyított talajvízmélység térképeivel. Mert ahogy nagyon sokszor a domborzati formákban, a felszín finom morfológiájában és vízrajzában a szerkezeti vonalak tükröződnek, úgy a talajvíz finom morfológiájában sem lehetetlen ezek nyomát felfedezni (175, 176).

A talajvíztérképek nem tartanak igényt arra, hogy segítségükkel Alföldünk bonyolult szerkezeti kérdéseit megoldjuk, de egyéb hasznuk mellett arra is jók, hogy a további kutatásnak ösztönzést, gondolatokat, irányokat adjanak.

Az artézi víz szorosabb tanulmányozásának is fel kell használnia a talajvízviszonyok feldolgozásából eredő adatokat. Mind a talajvíz elhelyezkedésére, mind annak mozgásaira, mind pedig vegyi jellegére, s e jelleg változásaira figyelemmel kell lenni a mélységi víz eredetének, jellegének, mozgásainak, pótlódásának további vizsgálatánál, valamint a vízföldtani és alföldszerkezeti problémák tisztázásánál.

Felvetődhetik a kérdés, vajon az alföldszerkezet kutatása és az Alföld vízföldtani megismerése a magyar földtani feltáró munka elsőrendű fontosságú feladata-e vagy sem? Vajon az érc, szén és egyéb ásványi nyersanyagok kutatása nem előzi-e meg népgazdasági szempontból a vizét és iparosodott hegyvidékeink nem fontosabbak-e sokkal — a földtani kutatás és a népgazdaság szempontjából — síkvidékeinknél.

Országunk területének 90%-a sík- és dombvidék ugyan, de vajon benépesültségre, gazdasági súlyra nem jelentenek-e a bányászatilag és iparilag fontos vidékek sokkal többet területarányuknál?

Érdemes e kérdésnél és a magyarországi talajvíztérképező munka eredményeinek összefoglalásánál egy pillantást az országhatárokon túl is vetni.

A XIX. század az ipari kultúrájú országokban világszerte a bányavidékeket és elsősorban a szén- és vasérclelőhelyeket állította a gazdasági élet középpontjába. Hatalmas munkásvándorlás indult meg e területek felé és népességük megsokszorozódott. A közigazgatási és kereskedelmi

góciók népességnövekedése csak kivételesen érte el az ipari városokét, a mezőgazdasági központok pedig a fejlődésben lemaradtak.

A XX. század közepén ellentétes fejlődést látunk. A túlnépesedett hegyvidéki tájak népessége megindult az eddig aránylag ritkán lakott nagy medencék és alföldek felé s lassan benépesíti azokat. Kedvez ennek a fejlődésnek, hogy az alföldek és medencék korunk egyik legfontosabb bányakincsében, földgázban és kőolajban gazdagabbak általában a hegyvidékeknél; kedvez az is, hogy az energiaszállítást a villamosítással igen olcsóvá tették s így az energiahordozók lelőhelyeitől távoli vidékek is iparosodhatnak; a medenceterületek és nagyobb síkságok közlekedési és települési előnyökkel is rendelkeznek.

A Szovjetunió alföldjein hatalmas vízi építkezések folynak, új területek (szűz földek) művelés alá fogása, benépesítése révén növekszik e területek gazdasági jelentősége. Ugyanúgy tolódik Észak-Amerikában a gazdasági súlypont a tengerpartokról és hegyvidékekről a Mississippi nagy medencéjébe. Kínában, Indiában, mint elsősorban földművelő államokban, a gazdasági és népességi súlypont addig is a nagy alföldeken volt. A technika és korszerű nagyipar megteremtése e sűrű lakosságú vidékek jelentőségét még inkább növelni fogja.

Nálunk a fejlődés ugyanilyen irányú, csak talán tudatosabb, mint másutt. Nemcsak a természetes fejlődés növeli az Alföld gazdasági jelentőségét, hanem tervszerű iparpolitika is. A villamosítás és vízi energia kihasználása is elsősorban az Alföld népességének lehetőségeit, életszínvonalát emeli. Alföldünk mai lakosságának kétszeresét eltarthatja, ha iparosodásban és a mezőgazdálkodás fejlődésében eléri az európai színvonalat. Alföldünk vízrajzi, domborzati, földtani viszonyainak részletes feldolgozása nélkül az Alföld-fejlesztés csak jelszó. Azok a nagy árvizek, amelyek a legutóbbi években oly komoly pusztítást végeztek, azok a hibák, amelyek építkezéseinknél, öntözésünknel jelentkeznek, figyelmeztetnek arra, hogy e téren sok és súlyos teendőnk van. A magyar földtani kutatásnak tehát nem lebecsülendő, hanem fontos területe az Alföld, s mert hosszú időn át elhanyagolta, ma talán a legfontosabb. Felszínközeli viszonyai és mélyszerkezete egyaránt felderítetlen. A haladott államokban a nagy medencék és alföldek felszínalatti vizeinek tanulmányozásával a földtani intézetek külön nagy osztályai foglalkoznak és a kiadványok sorozataiban számolnak be az eredményekről. Már gyarmati és félgymati államokban is halad a vízföldtani kutatás. Kiemelendő a francia geológusok munkája az észak-afrikai francia területeken. A Szovjetunióban a nagyszabású vízépitési tevékenység természetszerűen magával hozza a vízföldtanra vonatkozó elméleti ismeretek művelését is. A medencékben a vízföldtani kutatások kapcsolódnak a kőolajkutatáshoz és mélyszerkezetkutatáshoz. Mi most, 1950 óta, nagy lépést tettünk előre az Alföld földtani megismerése felé. A talajvízviszonyok részletes térképezésével példát is szolgáltatunk a feltöltött alföldek felszínközeli talajvizének viselkedéséről, annak kutatásáról. Ezen a nyomon tovább kell haladni és a mélyebb vizek feltárásával, az Alföld felszínközeli és mélyszerkezetének kutatásával országunk területileg leg-

nagyobb, de népességi és gazdasági súlya is mind fontosabb részét a jövő gazdasági tervezések számára sürgősen, mindent megelőzően elő kell készíteni. A tervgazdálkodás elengedhetetlen feltétele a terület részletes földtani ismerete, amelyen tervezni és építeni akarunk.

Az Alföldön a talajvíz és az artézi víz tanulmányozása egymásba fűződő láncszemei a földtani kutatómunkának. E láncszemek szorosan kapcsolódnak a szerkezetkutatással, mint következő láncszemmel. A szerkezetkutatáson át a vízkutatás segítségével lehet a mélyszerkezeti kutatásoknak és a gyakorlati szénhidrogénkutatásnak. Ez a perspektívája az Alföldön elindított talajvíztérképező munkának. A felszínközeli szerény talajvíz apró sajátágaiban megcsillannak az egész víztartó rendszer törvényszerűségeinek körvonalai, a víz mozgásában pedig az egész épület szerkezetének képe. Ebben a szemléletben Alföldünk földtani megismerésében nincs fontosabb és átfogóbb teendők a további vízföldtani kutatásoknál.

ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. A talajvízészlelő kutak hálózata 1955-ben	11
2. Az országos talajvíztérképező munka területe 1950—54-ben	16
3. Talajvízkutak sűrűsége a Hajdúságon	22
4. Összehasonlító adatok az 1950—53. évek talajvízjárásáról. VITUKI kutak adatai	21
5. A kutakban mért vízszint ábrázolása az alaptérképeken	25
6. A kutak mélységének ábrázolása az alaptérképeken	27
7. A kutakban mért vízoszlop ábrázolása az alaptérképeken	28
8. Kiskúnhalas külterületi kútjainak adatai	30
9. A talajvízáramlás főirányai a győri medencében	33
10. A talajvíztükör terepalatti mélysége a Kisalföldön	35
11. A tözezes és sekély talajvízállású területek helyzete a Kisalföldön	36
12. A talajvízjáték nagysága a Kisalföldön 1953. márciustól szeptemberig ..	37
13. Talajvízjárás-típusok a Kisalföldön, 1953. nyári megfigyelés	39
14. A talajvíztükör tszf. magassága a Kisalföldön	41
15. Jellemző talajvíztípusok a Kisalföldön	42
16. A Mezőföld talajvíztükrének magassága a tengerszint felett	44
17. A Mezőföld talajvíztükrének mélysége a felszín alatt, 1951. júliusi állapot ..	45
18. Jellemző talajvíztípusok a Dunántúl keleti részén	50
19. Jellemző talajvíztípusok a Dunántúl nyugati részén	51
20. A Duna—Tisza közti hátság felszínének földtani vázlata	53
21. A domborzat vonalának összefüggése a talajvíztükör elhelyezkedésével ..	54
22. A Duna—Tisza-csatorna kutató fúrásai Tatárszentgyörgy táján, 1950. évi térképező fúrások Kispáhi—Orgovány között	55
23. A talajvíz helyzete a Duna—Tisza közén különböző képződményekben ...	56
24. Vázlat a talajvíztükör mélységéről a felszín alatt a Duna—Tisza közén ..	57
25. A talajvíz elhelyezkedése futóhomok és lösz alatt	59
26. Duna—Tisza közti fúrási szelvények	60
27. 6—10 m mély talajvízfoltok a 120 m-es szintvonal mentén a Duna—Tisza közén	60
28. A talajvíztükör mélységi elhelyezkedése lösz- és homokterületen a Duna—Tisza közti hátságon	61
29. A bajai szelvényrész fúrásainak helyszínrajza	62
30. 1950. évi térképező fúrások Orgovány—Kecskemét között	63
31. A talajvíztükör tengerszint feletti helyzete a Duna—Tisza közén	65
32. Zákányszék—Szatymaz—Sándorfalva környéki fúrások. Belvízfelfakadási helyek a Duna—Tisza közti hátság keleti peremén	66
33. Talajvízkutak jellemző vízállásai a Duna—Tisza köze északi részén	68
34. Talajvízkutak jellemző vízállásai a Duna—Tisza köze déli részén	69
35a. A talajvízjárás menete néhány hosszú időn át észlelt VITUKI kútban. Duna ártér — Tisza ártér	70
35b. A talajvízjárás menete néhány hosszú időn át észlelt VITUKI kútban. Hátság E. — Hátság D.	71
36. Talajvízszegény területek a Duna—Tisza köze déli részén	72
37. Jellemző talajvíztípusok a Duna—Tisza közén	74
38. Földtani vázlat az északi Alföldperemről	78
39. Vázlatos földtani szelvény a Bükkhegység déli pereméről (SCHMIDT E. R. szerint)	79

40. A talajvíztükör terepalatti mélysége a Jászságon és a Mezőségen	81
41. A talajvízjáték nagysága az Alföld északi peremén. 1953. április—szeptember	84
42. Negyedkori rétegek általános helyzete az Alföld északi peremén.....	85
43. Talajvízjáték a Mátra alján. 1953.	86
44. Talajvízjáték a Sajó—Hernád völgyében. 1953.	87
45. Talajvízjáték a Hegyalján. 1953.	88
46. Jellemző talajvíztípusok az Alföld északi peremén	89
47. A Nyírség domborzati szigete	93
48. A beregi síkság talajvize	95
49. Nyírségi szelvény	95
50. Vázlat a talajvíztükör mélységéről a felszín alatt É-Tiszántúlon. 1951—53. évi mérések	97
51. Földtani vázlat a Hajdúság környékéről	99
52. Tömbszelvény a vörösgyag településéről a Hajdúság DNy-i részén (Pecceéri fúrások)	100
53. Több talajvízréteg a Hortobágy—Hajdúság szélén	100
54. Földtani fúrások Tiszadob—Büdszentmihály táján	101
55. A talajvíztükör tengerszint feletti helyzete É—Tiszántúlon	103
56. Szelvény a Hajdúság keleti széléről.....	105
57. Talajvízjáték a Felső-Tisza mentén	106
58. Talajvízjáték a Nyírség néhány kútjában	107
59. Talajvízjáték a Hortobágy néhány kútjában	109
60. Az 1941—42. évi magas talajvízhullám alakulása a Tiszántúl északi részének néhány kútjában	111
61. Jellemző talajvíztípusok É-Tiszántúlon	113
62. Földtani vázlat D-Tiszántúlról	117
63. A talajvíztükör terepalatti mélysége Dél-Tiszántúlon. 1952—54. évi mérések	119
64. Különlegesen mély talajvízű területek a Tiszántúl közepén	120
65. Szelvény az ókígyósi szikes legelőről. Az első és második talajvízszint helyzete	121
66. Földtani- és talajvízszelvény Tiszabura—Túrkeve között. Az 1930. és 1954. évi talajvízszint	122
67. A talajvíztükör tengerszint feletti helyzete a Tiszántúl déli részén	123
68. A talajvízszint ingadozása a Tiszántúl déli részén. VITUKI kutak adatai	125
69. Öntözések talajvízszintre gyakorolt hatása	126
70. Jellemző talajvíztípusok a Tiszántúl déli részén.....	129
71. A felszín vízáteresztőképessége a Tiszántúl déli részén (KREYBIG L. és SÜMEGHY J. részletes térképei nyomán szerkesztette RÓNAI A. 1955) ...	137
72. Csapadék és talajvízjáték a Duna—Tisza köze három megfigyelő helyén	140
73. A talajvíztükör ingadozása (napi és évi)	144
74. Példák a talajvízjárásra a Duna—Tisza közén. VITUKI kutak adatai	145
75. Példák a talajvízjárásra a Tiszántúl déli felén. VITUKI kutak adatai	145
76. Földtani szelvény Medina és Császártöltés között. Szerkesztette ERDÉLYI MIHÁLY (1955)	146
77. Példák a talajvízjárásra a Tiszántúlon. VITUKI kutak adatai	147
78. A talajvízjáték nagysága az Alföldön 1933—53 között	148
79. A talajvíz legmagasabb állása az Alföld felszíne alatt. 10—15 éves vízjáték-adatok alapján szerkesztette RÓNAI A.—NÉMETH J.	148
80. A talajvíz legmélyebb állása az Alföld felszíne alatt. 10—15 éves vízjáték-adatok alapján szerkesztette RÓNAI A.—NÉMETH J.....	148
81. A talajvíztükör ingadozásának többéves periódusa a Duna—Tisza közén	150
82. A talajvíztükör ingadozásának többéves periódusa a Tiszántúlon	151
83. A talajvíztükör tengerszint feletti helyzete az Alföldön. Az 1950—54. évi mérések és a szintezett kutak adatai alapján.....	152
84. A felszínalatti vizek áramlásának főirányai az Alföldön	152
85. Talajvízminták keménysége. A M. Áll. Földtani Int. 1950—1955. évi gyűjtése	177
86. Talajvízminták lúgossága. A M. Áll. Földt. Int. 1950—1955. évi gyűjtése	178
87. Talajvízminták nátriumtartalma. A M. Áll. Földt. Int. 1950—1955. évi gyűjtése	180
88. Talajvízminták szulfáttartalma. A M. Áll. Földt. Int. 1950—1955. évi gyűjtése	181
89. Talajvízminták klórtartalma. A M. Áll. Földt. Int. 1950—1955. évi gyűjtése	182

90. Vízkémiai adatok összehasonlító ábrázolása.....	185
91. Földtani viszonyok és talajvízminőség a szabadkígyósi fúrásokban	186
92. A talajvíz szulfáttartalma Szabadkígyós körül	187
93. A kutakról feldolgozott statisztikai anyag területbeosztása	190
94. A felszínalatti víz áramlásának főirányai az Alföldön	205

KÉPEK JEGYZÉKE

1. Völgysíkok és dombok talajvízszintje	48
2. A talajvízszint-ingadozás következtében átalakult réteg.....	49
3. Magas talajvízállás a Mátra—Bükk lábainál	80
4. Biharnagybajom melletti medrek	121
5. Az öntöző csatornákból való vízszivárgás megemeli a talajvíz szintjét ...	127
6. Permetező öntözés, Derekegyháza	127
7. Mély talajvízű régi völgyek a Mátra déli oldalán	134
8. Csapadékvíztől kimart riolittufa a Mátra északi lábánál	141
9. A Duna árville által felszakított régi meder Domborinál.....	146
10. Régi talajvízállások nyomai a dunántúli löszfalakban	154
11. Folyóöntések friss formái	156
12. Magas talajvíz a Duna—Tisza közti futóhomokban	158
13. A Mátra lábai előtt húzódó peremsüllyedék	161
14. A Zala kavicsal kitöltött széles völgye	175

MELLÉKLETEK JEGYZÉKE (tasakban)

- I. Talajvízkutak sűrűsége az Alföldön (1 : 400 000)
- II. A talajvíztükör terep alatti mélysége az Alföldön (1 : 400 000)
- III. A talajvíztükör tengerszint feletti helyzete az Alföldön (1 : 400 000)
- IV. Sümeghy J. és Miháltz I. 1950-ben létesített nagyszelvényei a Duna—Tisza közén
- V. Sümeghy J. észak-tiszántúli fúrásszelvényei. 1953.
- VI. Az Alföld domborzata a felszínt borító képződményekkel (1 : 400 000)
- VII. A magyarországi talajvizek vegyi jellege. A Sikvidéki térképezés során 1950—1955 években gyűjtött talajvízminták vegyelemzési eredményei.

**DAS GRUNDWASSER DER UNGARISCHEN BECKEN.
ERGEBNISSE DER UNGARISCHEN GRUNDWASSERKARTIERUNG
1950—1955**

ANDRÁS RÓNAI

Die Ungarische Geologische Anstalt hat in den Jahren 1950—1955. die Tiefebene und Hügelländer des Landes geologisch reambuliert. Parallel mit der geologischen Kartierung wurden auch eingehende Grundwasserbeobachtungen durchgeführt, u. zw. einerseits in Bohrungen, andererseits aber mit der Registrierung aller Grundwasserbrunnen des kartierten Gebietes und mit der Bemessung ihrer Tiefe und ihres Wasserniveaus.

Die Grundwasserkartierung hat sich auf die Gebirgsgegenden nicht erstreckt, da es hier keine zusammenhängenden Grundwasserhorizonte gibt. Im Brunnenkataster wurde auch die Umgebung von Budapest ausser Acht gelassen, da über das engere Gebiet der Stadt eine detaillierte hydrogeologische Aufnahme bereits fertiggestellt ist. Die Kartierung unterblieb auch an einigen Kartenblättern des über der Tisza gelegenen Gebietes.

Im Laufe der fünf Jahre dauernden Arbeit wurden 1 030 042 gegrabene Grundwasserbrunnen und 15 965 gebohrte und artesischen Brunnen kartiert und deren Angaben registriert, d. h. es wurden Angaben über die Tiefe, bzw. die Tiefe des Wasserspiegels von über eine Million Brunnen gesammelt. Im Laufe der Kartierung wurden aus 1094 Grundwasserbrunnen zur chemischen Analyse Wasserproben genommen. Wo es sich als notwendig erwies, wurden diese Angaben mit den Ergebnissen der Analyse der aus den Brunnen der Ungarischen Staatsbahnen genommenen Wasserproben, sowie der durch andere Gruppen und Forscher der Geologischen Anstalt entnommenen Wasserproben ergänzt.

Was für Fragen können auf Grund der über die Grundwasserverhältnisse durch die Ungarische Geologische Anstalt gesammelten Angaben und Karten geklärt werden?

1. Sie liefern eine vollständige und detaillierte Karte der Brunnen-dichte. In den Innengebieten der Gemeinden und Städte sind die Stellen der Brunnen an Kataster- oder Strassennetzkarten, in den extravillanischen Abschnitten aber an Karten im Massstabe 1 : 25 000 bezeichnet. Es können orientierende Angaben über die Versorgung einzelner Gebiete mit Brunnen erhalten und hinsichtlich des Ausmasses der Anzapfung der grundwasserführenden Schichten Schlüsse gezogen werden.

2. Die in den Brunnen vorgefundene Wassermenge und die Höhe der Wassersäule wurde kartiert. Obzwar diese Menge zeitlichen Änderungen unterworfen ist und die Höhe der Wassersäule über die Wasserergiebigkeit, sowie die Schnelligkeit des Wassernachschubs keine Auskunft erteilt, kann aus diesen Karten, besonders für mit einem dichten Brunnennetz versehene Gebiete doch über die Wasserverhältnisse der Sommerperiode in grossen Zügen eine Orientation erhalten werden. Die mehrere tausend Brunnen bezeugen einander gegenseitig und die durch die Wasserentnahme und die täglichen, wöchentlichen und monatlichen Wasserschwankungen hervorgerufenen Unterschiede können beseitigt werden.

3. Die Tiefe der Brunnen ist an den Bearbeitungskarten angeführt, u. zw. jene der in den inneren Teilen der Gemeinden gelegenen Brunnen an Katasteralkarten oder Stadtplänen, jene der in den extravillanen Abschnitten gelegenen Brunnen aber an Kartenblättern im Masstab 1 : 25 000. Die wissenschaftliche und praktische Bedeutung dieser Angabensammlung besteht darin, dass sie für die einzelnen Gebiete den im Laufe einer langen Reihe von Jahren verzeichneten minimalen Wasserstand, bzw. die untere Grenze der grundwasserführenden Schicht bezeichnet, da ja der überwiegende Teil der Brunnen bis zum undurchlässigen Liegenden der wasserführenden Schicht abgeteuft, bzw. so tief gegraben wird, dass diese auch in trockenen Jahren und in den trockensten Jahreszeiten Wasser geben.

Der Vergleich der Wasserspiegelangaben mit jenen der Brunnentiefe lenkt die Aufmerksamkeit in einem Teile der Tiefebene auf die gespannten Grundwasser. In jenen ausgedehnten Gebieten, in welchen an der Oberfläche wasserundurchlässige Schichten lagern, steht der Grundwasserspiegel unter Druck. Das Wasser der beim Abteufen der Brunnen aufgeschlossenen wasserführenden Schicht steigt im Brunnen über die obere Grenze der wasserundurchlässigen Schicht. In den Brunnen solcher Gebiete befindet sich die Bodentiefe stets bedeutend unter dem Niveau des minimalen Wasserstandes. Ein zweites Ergebnis der Brunnentiefe-Karten besteht darin, dass die Brunnen, welche bedeutend tiefer sind, als ihre Umgebung, die Aufmerksamkeit auf die tieferliegenden wasserführenden Schichten lenken. Die zweite und dritte oberflächennahe wasserführende Schicht hat in jenen Gebieten der Ungarischen Tiefebene eine besondere Bedeutung, wo es nur wenig Grundwasser gibt und auch diese von schlechter Qualität sind.

Die Kenntnis der Brunnentiefe beleuchtet auch die gegenüber den Wasserhebeinrichtungen gestellten Anforderungen. Dies hat besonders bei der Planung und Einrichtung neuer Wirtschaften, Siedlungen und Gemeinden eine grosse Wichtigkeit. Die Kollektion der Brunnenangaben erstreckt sich übrigens auch auf die Evidenzhaltung der Hebevorrichtungen und gibt auch das Material der Brunnenausbildung an (Ziehbrunnen, Schöpfbrunnen, Pumpbrunnen; Verschalung aus Ziegeln, Zement oder Holz, oder ohne Verschalung).

4. Als wichtigstes Ergebnis des Landeskatasters der Brunnen muss die Feststellung der Tiefe des Grundwasserspiegels unter der Oberfläche

im ganzen tiefländischen und hügeligen Gebiete des Landes betrachtet werden. Das Messen des Wasserspiegels wurde vier Jahre hindurch vom Frühjahr bis zum Herbst fortgesetzt. Demzufolge beziehen sich die erhaltenen Angaben auf verschiedene Zeitpunkte. Aus den Messergebnissen einer kleineren Gegend mag für den Zeitpunkt der Aufnahme ein zusammenhängendes Bild entworfen werden, aber die Karte des Grundwasserspiegels des ganzen Landes kann bloss aus diesen Angaben zusammenhängend, genau und detailliert nicht zusammengestellt werden. Es ist ja wahr, dass es *in den Ungarischen Tiefebene grosse Gebiete gibt, in welchen die saisonmässigen Schwankungen des Grundwasserspiegels nur gering sind* und demzufolge der in einem beliebigen Zeitpunkte gemessene Grundwasserspiegel zu seiner normalen Lage nahe steht. (Z. B. in den kiesigen Gegenden der Kleinen Tiefebene, wo der Spiegelgang im Mittelwerte vieler Jahre bloss Schwankungen einer Grössenordnung von einigen Dezimetern beträgt; ähnlich verhält es sich am im südlichen Teile des Gebietes zwischen der Donau und der Tisza gelegenen Sandrücken, wo die Schwankungen sich im Laufe vieler Jahre nur auf 1—1,5 m belaufen.) In solchen Gebieten kann aus den Ergebnissen eines einmaligen Messens eine normale Grundwasserspiegel-Karte zusammengestellt werden. Aber in anderen Gebieten, wo die normalen Jahresschwankungen des Grundwasserniveaus den Meterwert übertreffen, können verlässliche Karten nur mit Berücksichtigung mehrerer Messungen und der im Laufe einer langen Reihe von Jahren stattgefundenen Bewegungen des Grundwassers hergestellt werden. Zu diesem Zwecke haben wir bei der Bearbeitung die Angaben der ständig beobachteten Grundwasserbrunnen des Wissenschaftlichen Forschungsinstitutes für die Wasserbewirtschaftung in Betracht gezogen, wo sich aber solche Brunnen nicht befanden, haben die kartierenden Gruppen der Geologischen Anstalt die mehrmalige Beobachtung organisiert.

Es ist wohlbekannt, dass die das ganze Gebiet des Landes umfassenden und die Grundwassertiefe darstellenden Übersichtskarten nicht mit Isohypsen kleinerem Abstände als 1 m hergestellt werden können. Die Linienwerte von 1 m vertragen aber die Schwankungen einer Grössenordnung von einigen Dezimetern der bloss geringe Schwankungen aufweisenden Gebiete oder die zufolge der Ausschöpfung der Brunnen auftretenden — und sich gewöhnlich nur auf einige Zentimeter beläufenden — störenden Umstände.

Die in der Geologischen Anstalt durchgeführte Grundwasserkartierung wurde aber gerade in dieser Hinsicht am meisten kritisiert. Es gab Forscher, die das gleichzeitige Messen aller Brunnen des ganzen Landesgebietes bewillkommt und dazu die Mobilisierung eines grösseren Personals erfordert hätten. Mit Rücksicht auf die Verschiedenartigkeit der Ausbildung, der Lage und der Zugänglichkeit der Brunnen, sowie auch darauf, dass die Standorte der Brunnen kartographisch genau festgestellt werden müssen, ist aber eine derartige Beobachtung bei 1 Million Brunnen unausführbar. Wenn auch zu diesem Zwecke eine genug zahlreiche Schar von Beobachtern bereitgestellt werden könnte, würde das ungeübte Personal, die Verschie-

denartigkeit der Interpretation und der Mangel an Kontrolle in den Angaben wenigstens ebensoviel Fehler verursachen, wie die sich zeitlich in die Länge ziehende Beobachtung.

5. Über die absolute Höhe des Grundwasserniveaus über dem Meeresspiegel erteilt der Brunnenkataster keine Auskunft, da viele hunderttausend Brunnen nicht einvermessen sind. Die Anführung der Brunnen auf den Spezialkarten ermöglicht jedoch die Umrechnung des Wasserniveaus auf den Wert über dem Meeresspiegel auf Grund der Schichtenlinien. Unter Zuhilfenahme der Daten der nivellierten Brunnen verschiedener Institutionen, sowie der Grundwasserangaben der nivellierten Schurfbohrungen kann diese Umrechnung vervollkommenet und mit Höhenunterschieden von 5 m auf der Übersichtskarte des Landes eine hinreichend verlässliche Isohypsenzeichnung hergestellt werden.

6. Auf die Frage der horizontalen Strömung können wir aus der Angabensammlung der Geologischen Anstalt keine direkte Antwort erhalten. Dagegen geben die auf die Höhe über dem Meeresspiegel umgerechneten Angaben ein Bild des Reliefs des Grundwasserniveaus und damit über die wahrscheinlichen Strömungsrichtungen. Unsere Kenntnisse werden in diesem Gebiete durch die geologischen Bohrungen und Schichtenreihen ergänzt. Dieses hochwichtige Problem kann nur mit Hilfe der starken Erhöhung der Anzahl der Bohrungen, der regelmässigen Beobachtung der Spiegelgangsangaben einzelner wichtiger Gebiete, sowie der Untersuchung der Wasserdurchlässigkeit geklärt werden. Um aber die Stellen, Richtlinien und die Tiefe der weiteren Detailuntersuchungen festsetzen und aus den Ergebnissen der eingehend untersuchten Stellen allgemeingültige Schlüsse ziehen zu können, ist die Übersicht des ganzen Landes, das durch den Brunnenkataster zur Verfügung gestellte Bild unumgänglich notwendig.

7. Die Brunnenangaben der bearbeiteten Kartenblätter (zu je 266 km²) wurden statistisch zusammengefasst. Diese Zusammenfassungen beziehen sich auch auf die Wassertemperatur der Brunnen.

8. Die Angaben des Brunnenkatasters werden durch die Resultate der chemischen Analyse der Grundwasser verschiedener Gegenden ergänzt.

Die eingesandten Grundwasserproben wurden im chemischen Laboratorium der Ungarischen Geologischen Anstalt analysiert. Die Analyse erstreckte sich auf die Bestimmung der Gesamthärte, der Karbonathärte, des Alkalitätsgrades, des Oxygenverbrauches und der Reaktion auf Phenolphthalein. Die im Wasser gelösten Substanzen wurden — nach Kationen und Anionen gruppiert — im mg/l-Gewicht der Ione und in Than'schen Äquivalentprozenten bestimmt. In der Gruppe der Kationen werden in den Analysenprotokollen Natrium, Kalzium, Magnesium und Ammonium, in der Gruppe der Anione aber Chlorid, Hydrokarbonat, Sulfat, Nitrat, Nitrit angeführt. Es wurde das mg/l-Gewicht aller gelösten Substanzen, bzw. bei einem Teile der Analysen der gesamte feste Rückstand bestimmt.

Im Laufe der Bearbeitung der jährlich gesammelten Grundwasserangaben haben wir zur Beseitigung der Mängel und zur Vervollkommenung der Bearbeitung auch die Ergebnisse der bisher durchgeführten Grundwasserbeobachtungen vieler anderer Institutionen verwendet. In erster Reihe und in grösstem Masse wurde die Beobachtung des Grundwasserbrunnennetzes des Wissenschaftlichen Forschungsinstitutes für die Wasserbewirtschaftung (des früheren Hydrographischen Institutes) ausgewertet. Beinahe alle früheren Brunnen des Instituts sind nivelliert, die Beobachtungen werden dreitägig durchgeführt. Ein besonders dichtes Netz bilden diese beobachteten Brunnen im zwischen der Dunau und der Tisza gelegenen Gebiete. *Hier findet sich eine grosse Anzahl von Brunnen, von denen wir über eine sich auf 15 bis 20 Jahre erstreckende Reihe von Angaben verfügen.* Dieser Angaben haben wir uns bei der Fertigstellung der Grundwasserkarten des zwischen der Donau und Tisza gelegenen Gebietes bedient.

Eine grosse Hilfe leistete uns das Brunnennetz der Staatsbahnen. Die entlang der Eisenbahnlinien abgeteufte Grundwasserbrunnen sind nivelliert, hier erhalten wir also auch die absolute Höhe des Wasserniveaus. In den Brunnen der Staatsbahnen wurde im Jahre 1929, den vier Jahreszeiten entsprechend, die Tiefe des Wasserspiegels viermals bemessen. Die Ergebnisse dieser Messungen waren uns zugänglich und dadurch erhielten wir das ganze Landesgebiet betreffend ein Bild über die im Laufe eines Jahres in einem hinreichend dichten Netz beobachteten saisonmässigen Schwankungen des Wasserspiegels.

Als weitere Quellen der Angaben dienten die Grundwasserangaben der im Laufe der geologischen Kartierung abgeteufte Bohrungen. Diese liefern zwar ebenfalls nur die Ergebnisse eines einmaligen Messens, wurden aber in zusammenhängenden Reihen abgeteufte, stellen nivellierte Angaben dar und dadurch, dass sie auch die geologische Schichtenreihe anführen, liefern sie zur Erkenntnis der Lage des Grundwassers ein Material von entscheidender Wichtigkeit.

Stellenweise haben wir auch viele sonstige Quellen in Anspruch genommen (Grundwasserangaben der Bodenkarten, Beobachtungen an den zu anderen Zwecken abgeteufte Bohrungen), unsere Kenntnisse hinsichtlich des Grundwasserganges waren aber zu begrenzt und zu lückenhaft um eine übereinstimmende Grundwasserkarte des ganzen Landes herstellen zu können. Wir haben deshalb vom Sommer des Jahres 1952. angefangen, parallel mit der Aufnahme des Brunnenkatasters, in Transdanubien und im Gebiete der Kleinen Tiefebene eine regelmässige Grundwasserbeobachtung organisiert.

Im überwiegenden Teile Transdanubiens musste im Jahre 1953. die Beobachtung der Brunnen eingestellt werden. Der Ausbau des Netzes der regelmässig beobachteten Brunnen wurde aber nur in zwei wichtigen Gebieten, in der Kleinen Tiefebene und entlang des Oberlaufes der Tisza fortgesetzt. In diesen Gebieten gingen wir auf tägliche Beobachtungen über und auch das Brunnennetz wurde verdichtet. Vom März bis Ende

September 1953. wurde der Wasserspiegel in 300 Brunnen der Kleinen Tiefebene und in 280 Brunnen entlang der Tisza und am Nordrand der Tiefebene täglich beobachtet.

URSPRUNG UND BEWEGUNG DES GRUNDWASSERS

Unter Grundwasser verstehen wir im alltäglichen Wortgebrauch das Wasser der unter der Oberfläche der mit lockeren Ablagerungen aufgefüllter Täler und Becken auftretenden *ersten wasserführenden Schicht*. Diese wasserführende Schicht reicht gewöhnlich bis zur Oberfläche, von oben ist das Wasser nicht durch eine undurchlässige Schicht abgeschlossen und es hält nicht den Wasserspiegel unter Druck. Deshalb sagen wir, dass das Grundwasser einen nicht gespannten, freien Wasserspiegel darstellt. Die Fachsprache kennt auch in massiven Gesteinen und in Gebirgsgegenden Grundwasser, Spaltwasser, Karstwasser, oder das Wasser sonstiger poröser, über ein freies Porenvolumen verfügender Gesteine oberhalb der ersten wassersperrenden Schicht oder im massiven, nichtporösen Untergrund.

In lockeren Ablagerungen betrachten wir die Oberfläche des Grundwassers als eine ununterbrochene unebene Fläche, welche den Wölbungen der Oberfläche ausgeglichen folgt. Das über einer grösseren, jedoch selbständigen undurchlässigen Linse sich ansammelnde und mit dem in der Gänze der wasserführenden Schicht sich bildenden Grundwasserspiegel nicht zusammenhängende Wasser wird gewöhnlich als «Scheingrundwasser» oder «schwebendes Grundwasser» bezeichnet.

Wenn wir die bisher angeführten und in der internationalen hydrologischen Literatur angenommenen Kriterien in strengem Sinne nehmen und sie auf die Grundwasser der Grossen Ungarischen Tiefebene anwenden wollen, stellt es sich heraus, dass es sich unter einem ansehnlichen Teile der Oberfläche der Ungarischen Tiefebene überhaupt kein Grundwasser gibt! Wasser mit einem freien Spiegel kann nämlich unter der Oberfläche der Tiefebene nur an verhältnismässig wenigen Stellen vorgefunden werden. Ein bedeutender Teil des jenseits der Tisza gelegenen Gebietes ist durch wasserundurchlässige Ablagerungen bedeckt, darunter steht die erste wasserführende Schicht unter Spannung und das in den Bohrungen und Brunnen aufgeschlossene Wasserniveau steigt um ein bis zwei oder drei Meter, bis es die Ruhespiegellage erreicht.

Wenn wir behaupten, dass diese gespannten, keinen freien Spiegel besitzenden Wasser keine Grundwasser darstellen, müssen wir dem Kriterium des zusammenhängenden Wasserspiegels entsagen, da dieselbe wasserführende Schicht und dasselbe Wasser durch die kleineren oder grösseren Fenster der an der Oberfläche gelagerten wasserundurchlässigen Deckschicht stellenweise als unbedecktes und einen freien Spiegel aufweisendes «echtes» Grundwasser auftritt.

Die genaue Abgrenzung des Grundwassers nach unten zu verursacht ebenfalls Schwierigkeiten. Unter der Grossen Tiefebene ist es ein seltener, aussergewöhnlicher Fall, wenn in einem grösseren Gebiete unter der

wasserdurchlässigen Oberfläche eine mit Grundwasser gefüllte wasserführende Schicht angetroffen wird und diese nach unten zu von den übrigen wasserführenden Schichten der Erdkruste durch eine zusammenhängende und lückenlose wasserundurchlässige Schicht abgesondert wird. In normalen Fällen ist die grundwasserführende Schicht durch eine Unmenge von Schlamm- und Tonlinsen unterbrochen, welche als örtliche Sperrschichten dienen und die grundwasserführende Schicht in mehrere Stufen teilen. Die grundwasserführende Schicht hat keine zusammenhängende und eine ununterbrochene Fläche darstellende Liegendeschicht, welche das hinaufwandern der tieferen Wasser und ihre Vermischung mit dem «Grundwasser» verhindern könnte.

In einem grossen Gebiete der Tiefebene kann demnach das «Grundwasser» von den tieferliegenden oberflächennahen Wassern nicht getrennt werden. Es gibt ohne Zweifel Gebiete, in welchen das Grundwasser einen freien Spiegel hat, eine zusammenhängende Fläche darstellt und nach unten zu von den anderen Grundwassern durch eine ununterbrochene Sperrschicht klar abgesondert ist. Als solche Gebiete können engere Fluss-täler und einige am Rande der Gebirge gelegene und der Erosion nicht zum Opfer gefallene Oberflächenabschnitte angeführt werden. Solche Ausnahmen kommen aber im inneren Teile der Tiefebene kaum vor.

Wir haben eine zweifache Wahl, wenn wir die obersten oberflächennahen gespannten Wasserschichten nicht aus der Familie der Grundwasser ausschliessen wollen. Eine besteht darin, dass wir in den mit lockeren Ablagerungen bedeckten Gebieten der Täler, Tiefländer und Becken das Wasser der unter der Oberfläche gelagerten ersten wasserführenden Schicht als Grundwasser bezeichnen, ohne Rücksicht darauf, ob sich darüber eine wassersperrende Schicht befindet oder nicht, ob das Wasser gespannt ist oder nicht und ob die in Frage stehende Schicht mit den tieferliegenden wasserführenden Schichten in Verbindung steht oder nicht. Die andere Möglichkeit wäre, wenn in den mit lockeren Ablagerungen aufgefüllten Becken und Tälern jedes Wasser jenes oberflächennahen Schichtenkomplexes als Grundwasser bezeichnet wäre, innerhalb dessen keine zusammenhängende Sperrschichten gelagert sind, dessen in mehreren Stufe auftretenden Wasser miteinander in Verbindung stehen und welche von den tieferliegenden Wassern durch eine zusammenhängende und weitverbreitete undurchlässige Schicht abgesondert sind. In solchen Fällen können wir vom ersten, zweiten, dritten Grundwasserniveau, von Grundwasserstufen und Grundwasserprovinzen sprechen. Unserer Ansicht nach ist letztere Auffassung die richtige, aber der Begriff des Grundwassers mit einem «freien Spiegel», d. h. einer einzigen Grundwasserchicht hat in der Literatur und in der öffentlichen Meinung derart Fuss gefasst, dass die Annahme der richtigeren Auffassung einer längeren Zeit bedarf.

Mit dem Grundwasser der Gebirgsgegenden befassen wir uns hier nicht. Die Infiltrations-, Abfluss- und Strömungsverhältnisse sind dort anders, demzufolge gestalten sich auch die Beobachtungsmöglichkeiten anders. Verschiedene Grundwasserhorizonte keilen in Quellen aus und

haben unter der Oberfläche keine Fortsetzung. Sich auf grössere Gebiete erstreckende, zusammenhängende und mit Brunnen feststellbare Grundwasserhorizonte, wie in den ausgefüllten Becken, gibt es in Gebirgsgegenden nicht.

Woher stammt das Grundwasser und woraus wird es gespeist? Aus den beiläufig anderthalb Millionen Grundwasserbrunnen des Landesgebietes wird täglich ungefähr eine Dreitmillion Kubikmeter Wasser geschöpft, was jährlich 120 Millionen Kubikmeter ausmacht. Das Vielfache dieser Menge verschwindet durch Verdunstung an Sommertagen in jenen Gebieten, wo der Grundwasserspiegel in der Nähe der Oberfläche liegt und letztere aus porösen Gesteinen besteht. Woraus wird diese Menge ersetzt?

Es ist eine altbekannte Erfahrung, dass der Grundwasserspiegel in feuchten, niederschlagsreichen Jahren steigt, in trockenen Jahren aber sinkt. Der Spiegelgang des Grundwassers ist demnach eine Funktion der Witterung, in erster Reihe aber der Niederschlagsmenge und der Verdunstung. Diese Beobachtung wurde als eine einfache Regel betrachtet, da es vorausgesetzt wurde, dass ein Teil der auf die Oberfläche fallenden Niederschläge in die Tiefe sickert, den Grundwasserspiegel erreicht und das Grundwasser vermehrt. Wenn wir in der Tiefebene nur die Grundwasserflecke mit freiem Spiegel als Grundwasser betrachten, kann diese Feststellung im grossen und ganzen angenommen werden, obzwar das einen freien Spiegel aufweisende Grundwasserniveau in vielen Fällen so tief liegt, dass an der ziemlich trockenen Tiefebene die oberflächliche Nässe dahin nur selten oder garnicht gelangt. Wenn wir aber in einem bedeutenden Teile der Tiefebene auch das unter den wasserundurchlässigen Schichten der Oberfläche lagernde Wasser als Grundwasser betrachten, dann können wir nicht behaupten, dass es unmittelbar aus den örtlichen Niederschlägen gespeist wird. Wenn das Grundwasser mit dem Wasser tieferliegender Schichten in Verbindung steht, können wir auch nicht behaupten, dass das einen freien Spiegel besitzende Grundwasser durch örtliche Niederschläge gespeist wird, da diese tieferliegenden wasserführenden Horizonte von den durchlässigen Schichten der Oberfläche durch eine grosse Menge von wasserundurchlässigen Linsen abgetrennt sind, wodurch die örtlichen Niederschläge sie nicht oder nur in jenem Falle erreichen können, wenn sie auch seitwärts einen kleineren oder grösseren Umweg zurücklegen. Sie treten also anderswo und nicht dort auf, wo sie eingesickert sind.

Die wenigen wasserdurchlässigen Fenster, welche im jenseits der Tisza gelegenen Gebiete und besonders in seinem mittleren und südlichen Teile die wasserundurchlässige Oberfläche unterbrechen, können z. B. keineswegs soviel Wasser aufnehmen, dass daraus der grundwasserführende Schichtenkomplex des ganzen Gebietes gespeist werden könnte.

Wenn in einem bedeutenden Teile der Tiefebene an der Oberfläche in einer Mächtigkeit von einigen Metern tatsächlich wassersperrende oder das Wasser nur schwer durchlassende Bildungen gelagert sind, und die örtlichen Niederschläge durch diese garnicht oder nur in unbedeutenden Mengen einsickern können, dann muss das unter einer solchen Oberfläche trotzdem

auftretende Wasser nicht aus den örtlichen Niederschlägen, sondern von anderswo herkommen. *Das tiefländische Gebiet unseres Landes beläuft sich aber auf rund 43 000 km², wovon annähernd 23 000 km² durch wasserundurchlässigen Ton, tonigen Löss und Sodaboden bedeckt sind.* Es gibt aber auch Gebiete, in welchen unter der dünnen wasserdurchlässigen Schicht der Oberfläche eine wassersperrende Schicht gelagert ist und das Grundwasser sich darunter befindet. (Mit Flugsand dünn bedeckte Gebiete.) Der Grundwasserspiegel befindet sich aber auch unter den nicht wassersperrenden Schichten in ausgedehnten Gebieten in einer Tiefe von 5 bis 6 oder noch mehr Meter. Die Möglichkeit einer Berührung mit dem Grundwasser wäre also auch dann ausgeschlossen, wenn sonst auf das betreffende Gebiet reichliche Niederschläge fallen würden.

An der Tiefebene reicht aber die durchschnittliche Jahresmenge der Niederschläge kaum für die Ernährung der Pflanzen aus. Ein grosser Teil der sommerlichen Niederschläge fällt der Verdunstung zum Opfer, selbst langdauernde Regenperioden können im Sommer den Boden nicht tiefer, als bis zu 20–30 cm durchfeuchten. Bloss die winterlichen Niederschläge vermögen unter der Oberfläche eine mächtige Schicht zu durchnässen, aber auch diese Durchfeuchtung übertrifft nur selten ein bis anderthalb Meter. Eine Berührung zwischen der unteren Grenze der Durchfeuchtung und dem Grundwasserspiegel besteht nur dort, wo unter der durchlässigen Oberfläche der Grundwasserspiegel im Winter nicht tiefer als ein bis anderthalb Meter liegt und wo das betreffende Gebiet zufolge seiner orographischen Lage auch aus anderen Gebieten herabströmende Wasser empfängt. Eine derartige Lage kann am Rande der Tiefebene, in den Tälern der Nyírség, in den Mulden des zwischen der Donau und der Tisza gelegenen Sandrückens und in einigen Abschnitten der rezenten Alluvialgebiete der Donau, besonders aber an jenen Stellen beobachtet werden, wo an der Oberfläche oder in ihrer unmittelbaren Nähe grober Sand oder Kies gelagert ist.

Die Erfahrungen der in den Jahren 1950–51. durchgeführten geologischen Kartierung und der während der Kartierung abgeteufte Bohrungen haben im zwischen der Donau und der Tisza gelegenen Gebiete die Annahme der Verbindung des Niederschlagswassers mit dem Grundwasser aufs entschiedenste widerlegt. Selbst am Sandrücken, wo die Oberfläche in einer Mächtigkeit von mehreren Metern durch Flugsand, also durch ein sehr wasserdurchlässiges Material bedeckt wird (der Flugsand ist ein ziemlich sortierter, lockerer Sand mit abgerundeten Körnchen und einem grossen freien Porenvolumen), wurde in den vom frühen Frühjahr bis zum Spätherbst abgeteufte Bohrungen zwischen der durchnässten Oberfläche und dem Grundwasserspiegel eine trockene Zone vorgefunden. Dieselbe Erfahrung haben wir später im jenseits der Tisza gelegenen Gebiete, am Südrand der Nyírség, am Sárrét und den im Südteil des jenseits der Tisza gelegenen Gebietes, südlich von Békéscsaba liegenden Sandhügeln gemacht.

Das Niveau des Grundwassers ist in einem stetigen, rhythmischen Steigen oder Sinken. Im Sommer sinkt der Wasserspiegel am Tage und

steigt während der Nacht. Einen mehr ausdrücklichen Rhythmus finden wir im jährlichen Gange des Grundwasserspiegels. Am Anfang des Sommers beginnt das Wasserniveau der Brunnen zu sinken und erreicht den Tiefpunkt zu Beginn des Herbstes; im Spätherbst beginnt es zu steigen und erreicht den Höchststand am Ende des Frühlings. Auch eine Schwankung von längerer Periode kann beobachtet werden. Das Grundwasser kann alle 14 bis 16 Jahre eine besonders hohe oder tiefe Lage einnehmen und die saisonmässigen Schwankungen passen sich dem Gange dieses Steigens und Sinkens von längerer Periode an.

Die Annahme, dass das Grundwasser von oben, von den auf die Oberfläche gefallenen Niederschlägen gespeist wird, wurde durch jenen Umstand bekräftigt, dass der Wasserspiegel in grossen Zügen dem Relief folgt und im Verhältnis zum Meeresspiegel in den Niederungen tief, an den Hügeln aber hoch liegt. Wenn die Grundwasserführende Schicht in Oberflächennähe durch eine zusammenhängende Sperrschicht unterlagert wäre, könnte man ja diese Erscheinung anders garnicht erklären, da in einigen Fluss-tälern und stellenweise auch in der Tiefebene (z. B. in den Tälern der Nyírség) tatsächlich dies der Fall ist. Es gibt aber bedeutend mehr Gebiete, wo unter der durchlässigen Deckschicht in Oberflächennähe sich keine Sperrschicht befindet oder diese nicht zusammenhängend ist. Das Niederschlagswasser kann also ungehindert herabsickern oder in der Richtung der Täler und tieferliegenden Terrains weiterströmen. Ein weiterer merkwürdiger Umstand besteht darin, dass im Gebiete zwischen der Donau und der Tisza der Grundwasserspiegel an den Sandrücken im allgemeinen näher zur Oberfläche liegt, als in den Lössgebieten, d. h. in mit weniger durchlässigen Ablagerungen bedeckten Gegenden. Und dies ist auch dann der Fall, wenn die Oberfläche der Sandhügel in absolutem Sinne höher liegt, als jene der Lössstreifen.

Woher kann das Grundwasser in einem grossen Teile der Tiefebene stammen oder woher kann es gespeist werden, wenn nicht aus den örtlichen Niederschlägen?

Es mag von unten, aus dem sog. Schichtwasser stammen. Dies ist die wahrscheinlichste Erklärung. Woher entstammen aber die oberflächennahen Schichtwasser?

Sie mögen dem Sedimentationswasser entstammen. Im langsam absinkenden Trog, bzw. Beckensystem der Tiefebene gelangen die 20 bis 30% Wasser führenden Ablagerungen unter einen stets zunehmenden Druck. Ihre Temperatur steigt, sie werden massiver, das eingeschlossene Wasser gelangt unter hohen Druck und wenn es hinaufzu in Richtung unter geringerem Drucke stehender Schichten sich einen Weg bahnen kann, steigt es an. Derart hat Ferenc Pávai-Vajna die Entstehung der artesischen Wasser, der oberflächennahen «Schichtwasser» und sogar jenen Teiles der Grundwasser erklärt, welcher sich unter der Erosionsbasis befindet. Diese Wasser stehen miteinander durch das Labyrinth der verschiedenen wassersperrenden und wasserführenden Schichten in Berührung und gelangen abhängig vom zurückgelegten Weg, vom Ausmass der ursprünglichen Spannung,

von der durch den Widerstand des Mediums bedingten Friktion und vom Einfluss der Kapillarkräfte, mit verschiedenen Druckverhältnissen in die Nähe der Oberfläche. *Ihre Lage unter der Oberfläche wird durch diese Druckverhältnisse und durch den geologischen Aufbau der Oberfläche bestimmt.*

Kann das Sammelbecken, in welchem die wasserdurchlässigen Schichten mit Wasser angefüllt sind, anderswoher, als aus dem fossilen Wasser der sich verdichtenden Ablagerungen mit Wasser gespeist werden?

Ja, es mag von der Oberfläche Niederschlagswasser, sowie das aus den Flüssen und Seen versickernde und ebenfalls aus den Niederschlägen stammende Wasser erhalten.

Wo mag es von der Oberfläche Niederschlagswasser erhalten? In jenen Gebieten, wo die Oberfläche reichliche Niederschläge erhält und ihr Relief derart gestaltet ist, dass sich in einem kleinen Abschnitte viel Wasser ansammeln kann, der Verdunstungsverlust gering ist und das Wasser leicht einsickern kann; wenn also der Boden durchlässig ist und der überwiegende Teil des Porenvolumens nicht bereits durch Wasser ausgefüllt ist. *Als solche können wir die gehobenen Kiesdecken der Berg- und Hügellandschaften, die hochgelagerten groben Sande und Sandsteine, die karstigen Kalksteingebiete, die Schuttkegel der Gebirgsfüsse und Täler, und — nicht zu allerletzt — die massiven, undurchlässigen, jedoch rissigen Gesteine der Gebirge erwähnen,* welche das Wasser sozusagen verschlingen und es ohne jeden Verdunstungsverlust in die Tiefe weiterleiten.

Wie gelangt das in den Gebirgsgegenden verschlungene Niederschlagswasser in den wasserführenden Schichtenkomplex der grossen Sedimentsammelbecken? Einerseits durch das Kiesbett der Alluvialablagerungen der Flüsse und durch die Kiese und Sande der vom Rande der Tiefebene in ihr Inneres hineinreichenden und immer mehr absinkenden Schuttkegel, anderseits durch die wasserführenden Schichten der sich an die Bergseiten anlehnenen lockeren Ablagerungen und durch die Spalten und Gänge der wassersperrenden Schichten. Die massiven Gesteine übergeben ihr Wasser oder einen Teil ihres Wassers durch ihre verwitterte, rissige Oberfläche den über ihnen gelagerten lockeren Ablagerungen. Diese Ablagerungen fügen sich schüsselartig übereinander und führen in das Innere der Tiefebene hinunter. Das sich in ihnen bewegende Wasser steht unter hydrostatischem Druck und dringt samt der abgesunkenen Schicht abwärts, in Richtung der Tiefe der Tiefebene. Je höher sich in den Gebirgsgegenden der Schichtenkopf der lockeren Ablagerung befindet, umso tiefer führt sie gewöhnlich unter die Tiefebene hinunter. Die sich darüber ablagernden jüngeren Schichten zeigen ein stets sanfteres Einfallen und führen weniger tief hinunter. Es ist nicht notwendig, dass die Moleküle des Niederschlagswassers von den sie aufnehmenden Gebirgsgegenden in kurzer Zeit tatsächlich tief unter die Tiefebene gelangen, um dort das Schichtenwasser zu vermehren. Sie leiten aber ihre Spannung weiter, sichern die Sättigung und das Gleichgewicht des ganzen wasserführenden Leitungssystems und ersetzen die durch die natürliche und künstliche Anzapfung erlittenen Verluste. (Natürliche Abzapfung ist das in die Flüsse, Seen und Meere ein-

strömende artesische Wasser, Schichtwasser und Grundwasser; eine künstliche Abzapfung erfolgt in den Brunnen, Schächten und Kanälen.)

Das in der Tiefe der Tiefebene aufgespeicherte und in der erwähnten Weise sich ununterbrochen nachfüllende Wasser steht in den verschiedenen Tiefenlagen unter verschiedenem, der Tiefe zu zunehmendem Druck. Dieser Druck treibt das Wasser über das Labyrinth der wasserführenden Schichten und über die Spalten und Brüche der wassersperrenden Schichten in die Nähe der Oberfläche. *Der Druck ist mit der Tiefe proportional, das Wasser steigt also dem Relief entsprechend in die Nähe der Oberfläche* und die geringeren Unterschiede, welche unabhängig vom Relief in der Lage des Grundwasserspiegels unter der Oberfläche auftreten, werden nur durch die am zurückgelegten Wege erlittenen Druckverluste, durch die Durchlässigkeit der oberflächennahen und an der Oberfläche lagernden Schichten, eventuell durch ihre von oben stammende Sättigung mit Wasser oder mit Luft verursacht.

Es muss betont werden, dass hinsichtlich der Wasserführung die im Aufbau der Tiefebene teilnehmenden sog. «Sperrschichten», die Tone und kompakten Schlämme eine wichtigere und ganz andere Rolle spielen, als wir es bis jetzt vorausgesetzt haben. Die schnellste Wasserbewegung geht sowohl horizontal, als auch vertikal nicht in lockeren Sanden oder geradezu in Schlämmen, sondern in Tonen vor. Unzählige Bohrungen haben es bewiesen, dass Grundwasser und andere oberflächennahe Schichtwasser häufig in Tonen auftreten und dass die besten und ihr Wasser am sichersten haltenden Grundwasserbrunnen ihr Wasser aus den Spalten des Tons empfangen. Dies ist selbstverständlich besonders für die oberflächennahen Tonschichten bezeichnend. Die Brunnengräber und ihre Auftraggeber suchen in der Tiefebene gute «Wasseradern». Aus den in trockenen Sand abgeteuften Brunnen muss sich der Brunnengräber nach Erbrechen der Tonschicht oft fluchtartig entfernen, da das Wasser aus dem Ton durch verschieden breite Spalten unter grossem Drucke herausströmt und den Brunnen überflutet.

Ebensolche Adern mögen das Wasser auch von den Rändern der Tiefebene in ihr Inneres führen. Die Geschwindigkeit dieser Wasserbewegung kann mit der Sickergeschwindigkeit der «wasserführenden» Schichten nicht verglichen werden.

Wenn das Grundwasser nicht in den Spalten der Sperrschichten, sondern in den Poren eines wasserführenden Mediums auftritt, wird seine Bewegungsgeschwindigkeit ausser dem Einfallen und den Druckverhältnissen im allgemeinen durch die granulometrische Zusammensetzung und die Anordnung der Körnchen bestimmt. Auch hier ist aber die Lage so, dass sich auch in den feinkörnigen wasserführenden Ablagerungen «Adern», d. h. etwas gröberkörnige Schichten und Gänge befinden und das Wasser durch diese nicht der durchschnittlichen Korngrösse und Kornverteilung, sowie der Granulometrie entsprechend, sondern viel rascher strömt.

Wenn es unter der Oberfläche Wasserläufe, Seitwärtsströmungen gibt, — und es muss ja solche geben, denn sonst könnten wir uns die

Anwesenheit des Grundwassers unter einem bedeutenden Teile der Tiefebene und die Ersetzung des Wassers der tieferliegenden angezapften Schichten nicht erklären, — *dann muss es auch eine unterirdische Erosion geben.* Das sich bewegende Wasser führt in gelöstem und ungelöstem Zustande Substanzen und Geschiebe mit sich. *Es ist wahrscheinlich, dass das System der unterirdischen Wasserflüsse und Strömungen ein ebenso lebendiges, veränderliches und sich entwickelndes System darstellt, wie jenes der Oberflächenflüsse.* Die Gänge und Kanäle werden enger oder breiter, verstopfen sich und kerben sich ein. Auch ihr Einfallen und die in ihnen stattfindende Materialbeförderung ändert sich rasch. Deshalb ist es nicht möglich, dem Wege der von den Rändern der Tiefebene gegen sein Inneres strömenden Wasser genau zu folgen, die Strömungsgeschwindigkeit des absinkenden Wassers zu berechnen und mit Hilfe von Profilen und Angaben über das Porenvolumen die sich ersetzende Wassermenge zu ermitteln.

Bei der Erklärung des Grundwasserspiegelganges leistet die Untersuchung der Niveauänderungen von minimaler Dauer eine vorzügliche Hilfe. Der Spiegelgang des Grundwassers hat neben einem jährlichen Gang auch einen täglichen. Am Tage sinkt im Sommer das Wasserniveau auch in den nicht geschöpften Brunnen, während es nachts steigt. Dies wird nicht dadurch verursacht, dass es jede Nacht regnet, sondern weil am Tage die Verdunstung und die Wasseraufnahme der Pflanzen auf den Grundwasserspiegel eine absaugende Wirkung ausübt, während in der Nacht das Absaugen abnimmt oder aufhört und der Ruhewasserspiegel hergestellt wird. Das Wasser wird von unten und nicht von oben her ersetzt. Das Absaugen ist mit Druckverminderung verbunden, der Druck strebt den Depressionsspiegel zu kompensieren und kompensiert ihn auch einigermaßen in der Absaugungspause. Dieselbe Erscheinung kann im Sommer und im Herbst in grösseren Ausmassen beobachtet werden. Die starke Verdunstung und die neue Organismen aufbauende Pflanzenwelt entzieht im Sommer dem Boden viel Wasser, der Grundwasserspiegel sinkt. Es entsteht ein Depressionsspiegel. Sobald im Herbst die intensive Verdunstung aufhört und auch in den Lebensfunktionen der Pflanzen eine Abnahme eintritt, trachtet der von unten wirkende Druck das Absaugen zu kompensieren: der Grundwasserspiegel steigt, ob es regnet oder nicht. Dies geschieht im allgemeinen überall in der ganzen Tiefebene.

Über das Ausmass des Steigens und Sinkens des Grundwasserspiegels in der Tiefebene haben wir bereits ein ziemlich verlässliches Bild. *In je feinerkörnigen Substanzen das Grundwasser steht, zwischen umso weiteren Grenzen schwankt sein Spiegel. Das Ausmass der Schwankungen hängt mit der durchschnittlichen Tiefe des Grundwasserspiegels unter dem Terrain zusammen.* Der Spiegel des tiefliegenden Grundwassers weist in den einzelnen Jahreszeiten nur geringe Schwankungen auf. Wenn wir aber eine längere Reihe von Jahren untersuchen, können wir feststellen, dass Schwankungen von grösseren Perioden gerade den Spiegel des derart tief gelagerten und gewöhnlich in feinerkörnigen Substanzen aufgespeicherten Grundwassers in beträchtlichem Masse heben oder senken. Im mittleren oder

südlichen Teile des jenseits der Tisza gelegenen Gebietes zeigt der Grundwasserspiegel unter der mehrere Meter mächtigen Lössoberfläche kaum eine einen Meter erreichende Jahresschwankung, dagegen kann der Spiegelunterschied im Laufe von 16—17 Jahren 5 bis 6 m erreichen.

Mit dem das Grundwasser aufstauenden und absaugenden Einfluss der Flüsse hat man sich sowohl in Ungarn, als auch im Ausland viel beschäftigt. Die in der Grossen und Kleinen Tiefebene durchgeführten eingehenden Untersuchungen haben nachgewiesen, dass *unsere grossen Flüsse über eine Entfernung von 2 bis 3 km hinaus auf die Schwankungen des Grundwasserspiegels schon keinen Einfluss haben.*

Die Flüsse der Tiefebene zeigen einen Spiegelgang von 8 bis 10 und sogar bis 13 m, in der Nähe des Ufers können auch die Schwankungen des Grundwasserspiegels 7 bis 8 m erreichen. Es gibt aber auch Beobachtungen, die darauf hinweisen, dass sich der Spiegelgang der Flüsse sogar auf die in ihrer unmittelbaren Nähe abgeteufte Brunnen keine rasche Wirkung ausübt. An der Donau gibt es auch solche Abschnitte. Selbst das Grundwasser der Pester Terrasse reagiert nur schwach auf die Wasserstandsänderungen der Donau und im Grundwasser der Mohács-Terrasse wurden zur Zeit des grossen Hochwassers von 1954. ähnliche Erfahrungen gemacht. Dagegen kennen wir im Gebiete zwischen Donau und Tisza, entlang des Westrandes des Rückens einen sehr stark pulsierenden Grundwasserspiegelgang, was mit dem im Donautale im einstigen Bettkies und im Schuttkegel sich bewegenden Wasser und dadurch auch mit den Spiegelschwankungen der lebendigen Donau in Zusammenhang stehen muss.

Im Gebiete der in der Tiefebene gelegenen Rücken (Gebiet zwischen Donau und Tisza, Nyírség) ist der Spiegelgang des Grundwassers im allgemeinen gering, in den tieferliegenden Alluvialgebieten grösser. Die Schwankungen des Grundwasserspiegels sind in Sanden geringer, als in Schlämmen, Lössarten und im Spaltennetz der Tone. Im Gebiete zwischen Donau und Tisza, von den Flüssen entfernt, beläuft sich der Wert der vieljährigen Schwankungen bei einem jährlichen Spiegelgang von 1 bis 1,5 m auf 2 bis 3 m; am Rande der Nyírség ist die Lage eine ähnliche. Im mittleren Teil des jenseits der Tisza gelegenen Gebietes können bei einem jährlichen Spiegelgang von 1 bis 2 m vieljährige Schwankungen von 3 bis 5 m beobachtet werden, im südlichen Teile dieses Gebietes sind die saisonmässigen Schwankungen etwas geringer, die Werte der vieljährigen Schwankungen bleiben aber hoch, oder steigen sogar an (3 bis 6 m).

Die seit längerer Zeit beobachteten Grundwasserbrunnen geben auch über die im Spiegelgang des Grundwassers auftretenden Perioden des stärkeren Steigens und Sinkens Auskunft. Diese vieljährigen Schwankungen stellen ebenso das Ergebnis der Verdunstung, des Verbrauchs durch Pflanzen und der Ersetzung aus den Niederschlägen dar, wie die täglichen und jährlichen Schwankungen. In ihnen widerspiegelt sich die langjährige Periodizität der Witterungsverhältnisse. Die zur Verfügung stehenden Angaben über 20 bis 25 Jahre lassen eine Wellenperiode erkennen. In der Beobachtungszeit wurden bei den Brunnen Minimalwasserstände im allgemeinen in

den Jahren 1932—1933. und 1949—1950. und ein maximaler Wasserstand in den Jahren 1941—1942. beobachtet. *Die Länge einer Welle beläuft sich also auf 16 bis 17 Jahre.* Diese Lage ist hauptsächlich für das Gebiet zwischen Donau und Tisza und für den Nordrand der Tiefebene bezeichnend. Im Gebiete jenseits der Tisza scheint die Periode etwas kürzer — 14 Jahre lang — zu sein, die beiden niedrigen Werte der Welle fallen zwischen die Jahre 1935—1936. und 1949—1950. Der Tiefstwert und Höchstwert tritt in den einzelnen Brunnen nicht im Laufe eines einzigen Jahres auf, sondern zwei bis drei nacheinanderfolgende Jahre zeigen sehr tiefe oder sehr hohe Wasserstandswerte.

Die längeren Perioden der Schwankungen des Grundwasserspiegels bezeichnen die Einwirkung der meteorologischen Verhältnisse. Sie sind vielleicht auch dazu geeignet, um darin die periodischen Witterungsänderungen beobachten zu können. Die Witterung gestaltet sich ja aus der Zusammenwirkung von vielen mannigfaltigen und sich gegenseitig umgestaltenden, bemessenen, schwer oder garnicht messbaren und heute noch unbekannten Faktoren; ihr Gesamtbild zu entwerfen und ihre Periodizität festzustellen stösst auf Schwierigkeiten. In den Grundwasserständen treten aber die Witterungsverhältnisse des gesamten Sammelbeckens in ihrer Gesamtwirkung als eine Resultante auf.

An den Abbildungen führen wir neben der Jahresspiegelgangskurve auch die vieljährigen Schwankungen des Wasserspiegels in einigen Grundwasserbrunnen an. Die Spiegelgangskurven sehr verschiedener Amplituden der verschieden tiefen, verschieden gelegenen und in verschiedenen Materialien abgeteufte Brunnen haben wir dadurch für Vergleichszwecke anwendbar gemacht, dass wir die monatlichen Wasserstände zwischen den Werten der vieljährigen monatlichen Minimal- und Maximalwasserstände in Prozenten ausdrücken. So wie dies neuerdings auch bei oberflächlichen Wasserläufen gemacht wird. Der bisher verzeichnete niedrigste monatliche Grundwasserstand wird als 0%, der bisher beobachtete höchste monatliche Grundwasserstand aber als 100% betrachtet. Die effektiven Spiegelwerte führen wir für die meisten Brunnen in den die Grundwasserverhältnisse der einzelnen Gegenden behandelnden Abschnitten an.

DIE CHEMISCHE NATUR DES GRUNDWASSERS

In der chemischen Natur der Grundwasser verschiedener Gegenden können bedeutende Abweichungen festgestellt werden. Ob wir den Mineralisationsgrad, die Härte oder den Wechsel der in den Lösungen vorherrschenden Salze betrachten, sondert sich Transdanubien von der Tiefebene, die Kleine Tiefebene von den übrigen Teilen Transdanubiens und der Rand der Tiefebene von ihren zentralen Gebieten ganz klar ab. *Transdanubien ist im allgemeinen die Region der wenig mineralisierten, weichen Grundwasser.* Die Gesamtmenge der im Grundwasser gelösten Substanzen beläuft sich bloss auf einige hundert mg/l und erreicht Werte von 1000 bis 2000 mg nur in Ausnahmefällen. Dies ist in erster Reihe jenem Umstand zuzuschreiben,

dass die wasserführende Schicht aus Kies besteht und das über Kies strömende Wasser nur wenig Substanzen lösen kann. Die Grundwasser benachbarter Örtlichkeiten sind sowohl in Hinsicht des Gesamtgewichtes des gelösten Salzgehaltes, als auch in ihrer chemischen Natur einander ähnlich. Die in der Tiefebene auf Schritt und Tritt auftretende überraschende Mannigfaltigkeit kommt in Transdanubien nur ausnahmsweise vor. (Wir sprechen hier selbstverständlich nur von den Ebenen und den niedrigen Hügellandschaften, da die Gebirgsgegenden bei den im Laufe der allgemeinen Grundwasserkartierung durchgeführten Untersuchungen unberücksichtigt blieben.)

Unter den eine geringe Salzkonzentration aufweisenden weichen Wassern Transdanubiens treten die Kiese und Alluvialablagerungen der Kleinen Tiefebene mit der geringen Menge der gelösten mineralischen Substanzen vor. Der mittlere Teil der Kleinen Tiefebene, d. h. die schlammigen, feinsandigen, torfigen Abschnitte der Hanság bilden einen Kern von tiefländischem Charakter mit erhöhtem gelöstem Salzgehalt, grösserer Härte und erhöhtem Sulfatverhältnis. Wenn wir aus Transdanubien gegen Osten vorrückend die Donau überschreiten, kann in der chemischen Zusammensetzung des Grundwassers ein *entschiedener Umschwung beobachtet werden*. Während wir in Transdanubien getrost vom Charakter des «Grundwassers» reden können, müssen wir in der Tiefebene von mehreren Arten der Grundwasser sprechen. Unmittelbar nebeneinander kommen Grundwasser stark abweichenden Charakters und von *sehr verschiedenem Salzgehalt* vor. Die Absonderung einer *grösseren* «Landschaft» mit Wassern einheitlichen chemischen Charakters ist aber kaum möglich. In den Flusstälern, im kiesigen Alluvium bewegt sich das Grundwasser Transdanubiens rasch, es wird vermischt und ausgetauscht. Die Grundwasser der Tiefebene bewegen sich langsam, stehen in feinen Sanden, in Schlamm und Ton, lösen deren mineralische Substanzen hauptsächlich während der vertikalen Niveauschwankungen in grossem Masse und nehmen in Abhängigkeit von den sie einschliessenden Ablagerungen, sowie vom Ausmass der Verdunstung verschiedene Konzentrationen und einen lokalen chemischen Charakter an.

Im allgemeinen ist dieses sehr abwechslungsreiche Bild für das Innere der Tiefebene bezeichnend. Gegen die Ränder der Tiefebene fortschreitend mildert sich das Bild. *Der Mineralisationsgrad steigt von den Rändern der Tiefebene in Richtung ihres Inneren*. Es gibt ja eine ziemlich grosse Zahl von Ausnahmen, an den Rändern schwankt aber der gesamte gelöste Salzgehalt um 1000 mg/l und die Lösungen mit einem mehrere tausend mg übertreffenden festen Stoffgehalt müssen schon als Ausnahmen bezeichnet werden. Wenn wir aber nach dem Jászság, in das Nagyunság, in das Gebiet der Körös-Flüsse und in den südlichen Teil des jenseits der Tisza gelegenen Gebietes hinunterkommen, werden die Lösungen mit einem Salzgehalt von 4—5000 mg/l häufig und das Grundwasser stellt in grossen Gebieten ein «Mineralwasser» — aber in ungünstigem Sinne — dar.

Die über die Härte und Alkalinität der Grundwasser hergestellten Karten veranschaulichen gut den zwischen Transdanubien und der Tief-

ebene bestehenden Unterschied. Wir können aus den Karten auch ersehen, dass die Härte und die Alkalinität vom Rande der Tiefebene gegen ihr Inneres anwächst. Leider kann die in kleinen Abschnitten überaus abwechslungsreiche Natur des Wassers auf Karten von kleinem Masstabe nicht dargestellt werden. Diese Karten geben daher bloss eine oberflächliche Orientation. Die bisher gesammelten Angaben weisen ebenfalls darauf hin, dass die Anzahl der eingesammelten Grundwasserproben zu gering ist. Um über die chemischen Charakteristiken des Grundwassers einzelner Landschaften eine zufriedenstellende Orientation zu erhalten, müssten viel mehr Wasserproben und in einem dichteren Netz genommen werden.

Die beigelegten Übersichtskarten stellen das Gewichtsverhältnis der Ione der wichtigsten Bestandteile, u. zw. des *Natriums*, der *Sulfate* und des *Chlors* auf Grund jener 1,100 Grundwasserproben dar, welche ungeachtet ihrer geringen Anzahl deshalb von grösserer Bedeutung sind, weil sie nicht nur aus Gemeindebrunnen, sondern auch aus dem das ganze Landesgebiet umfassenden Netze der Extravillanbrunnen genommen wurden.

Die sich von den Rändern der Tiefebene gegen ihr Inneres zu immer mehr erhöhende Mineralisation des Wassers weist darauf hin, dass sich der Salzgehalt der von den Rändern in der Tiefe herabströmenden Wasser erhöht, und diese im Laufe ihrer Wanderung immer mehr und mehr gelöste Substanzen in sich aufnehmen, oder aber darauf, dass in den mittleren Abschnitten der Tiefebene die Verdunstung zufolge der höheren Sommertemperaturen, der langsameren Grundwasserströmung und des in der Nähe der Oberfläche gelegenen Grundwasserspiegels intensiver ist. Bei dem Studium der Karten wirft sich auch jene Frage auf, ob das Grundwasser die verschiedenen gelösten Substanzen aus einer grösseren Entfernung mitgebracht hat, oder ob in einigen Abschnitten die besondere Anreicherung des Wassers an Natrium und Chlor nicht durch strukturelle Ursachen hervorgerufen wurde. Der überaus hohe und überaus niedrige Sulfatgehalt nebeneinander befindlicher Wasser verdient ebenfalls ein eingehendes Studium.

DAS GRUNDWASSER UND DIE STRUKTUR DER TIEFEBENE

In der Grossen Ungarischen Tiefebene liegt der Grundwasserspiegel in einer von einigen Dezimetern bis 20 m wechselnden Tiefe. Die meistverbreitete Tiefe ist 3 bis 4 m. Unterschiede von einigen Metern können durch die Verhältnisse des Reliefs, sowie durch das Material der Oberfläche hervorgerufen werden. Im Inneren der Tiefebene können aber unabhängig von den Verhältnissen des Reliefs und der Oberfläche an einigen Stellen unter der Oberfläche Grundwasserscheiden vorgefunden werden. Diese Abschnitte sind mit besonders tiefliegendem Grundwasserspiegel gekennzeichnet, deren Grundwasserspiegel mit dem in Oberflächen-nähe liegenden Grundwasserspiegel der Nachbargebiete in keinem direkten Zusammenhang steht. Von einigen solchen Abschnitten hat es sich erwiesen,

dass sie zwischen den absinkenden Gebieten der Tiefebene seit dem Anfang des Pleistozäns in erhöhter Lage zurückgebliebene Rücken darstellen. Besonders tiefliegende Grundwasserspiegel weisen also auf strukturelle Linien hin.

Auf Grund der Grundwasserkarte kann eine NW—SO gerichtete strukturelle Linie im Gebiete zwischen Donau und Tisza in der Linie Sári—Örkény—Kecskemét—Kiskunfélegyháza verfolgt werden. Im Gebiete jenseits der Tisza verläuft eine besonders tiefliegende Grundwasserzone von der Einmündung der Körös in die Tisza gegen Debrecen in südwest—nordöstlicher Richtung, im grossen und ganzen senkrecht zur Richtung der obenerwähnten Linie. Auch diese stellt keine zusammenhängende Linie dar, sondern wird stellenweise unterbrochen, ihre Richtung kann aber genau festgestellt werden und stimmt in einem langen Abschnitte mit jener des Flusses Hortobágy überein.

Im Gebiete jenseits der Tisza erstreckt sich eine am Ostrande der Nyírség zwischen Záhony und Mátészalka von NW nach SO hinziehende tektonische Linie auf eine kürzere Entfernung. Den Abschnitt Szolnok—Tokaj der Tisza begleiten an mehreren Stellen ebenfalls solche — durch das Relief nicht motivierte — Flecke mit tiefliegendem Grundwasser, welche darauf hinweisen, dass der Lauf des Flusses Tisza ebenfalls durch tektonische Brüche bestimmt wurde.

Der sich im südwestlichen Teile des Gebietes zwischen der Donau und der Tisza erhebende hohe Rücken verdankt sein Dasein ebenfalls jüngeren Bewegungen. Diese Erhebung passt in jene Linie hinein, deren Fortsetzung wir von der Einmündung der Körös in die Tisza bis Debrecen beschrieben haben. Im südöstlichen Teile des Gebietes zwischen Donau und Tisza fehlt aber die Verbindung.

Im Südteile des Gebietes jenseits der Tisza kann unter der Oberfläche noch ein weiterer grundwasserscheidender Rücken vermutet werden. Dieser Rücken beginnt nördlich von Szeged bei der Tisza und zieht von SW gegen NO in Richtung des Zusammenflusses der drei Körös. Die Kartierung weist hier aber Lücken auf und deshalb ist das Bild nicht klar.

Es scheint ein verwegener Gedanke zu sein, von den geringen Tiefenunterschieden des in der Nähe der Oberfläche, im allgemeinen in einer sehr geringen Tiefe liegenden Grundwasserspiegels — welche auch durch viele, sich an die Oberfläche knüpfende Ursachen hervorgerufen werden können — auf strukturelle Linien der Tiefebene zu folgern. Die Tiefenanomalien treten aber in so bestimmten und starren Linien auf, dass man diesen unbedingt Aufmerksamkeit schenken muss. Es versteht sich von selbst, dass neben den oberflächlichen Einwirkungen auch die Einwirkungen der Tiefenstruktur mit der grössten Behutsamkeit bestimmt werden müssen.

Hinsichtlich der horizontalen Bewegungen des Grundwassers kann die Erforschung der unter der Oberfläche liegenden Grundwasserscheiden sehr wichtige Auskünfte erteilen. Über die mutmasslichen Strömungsrichtungen geben die Kartenskizzen Nr. 84 und 94 eine Übersicht.

Die separaten Beilagen veranschaulichen die Tiefe des Grundwasserspiegels unter dem Terrain, die Höhe des Grundwasserspiegels über dem Meerespiegel und die zur Grundlage der Karten dienende Brunnendichte, während die Bohrprofile die Lage des Grundwassers zwischen den die Tiefebene aufbauenden Formationen darstellen. Die Resultate der detaillierten chemischen Analyse der zur Bestimmung der chemischen Natur der Grundwasser eingesammelten mehrerer tausend Grundwasserproben wurden auf Karten im Masstabe 1 : 200 000 in den Jahresberichten der Ungarischen Geologischen Anstalt bereits veröffentlicht (**123—126/a**). Die Beilage Nr. VII. gibt eine Übersicht in kleinerem Masstabe über die einzelnen Wassertypen. Die Beilage Nr. VI. stellt eine geologische Skizze und das orographische Bild der Tiefebene dar.

**ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ ВЕНГЕРСКИХ БАССЕЙНОВ.
РЕЗУЛЬТАТЫ ОБЩЕГОСУДАРСТВЕННОГО КАРТИРОВАНИЯ ГРУНТОВЫХ
БОД 1950—1955**

АН ДРА Ш РО НА И

Венгерским Геологическим Институтом в течение 1950—1955 гг. была проведена геологическая реамбуляция равнинных и холмистых областей Венгрии. Параллельно с геологическим картированием были также проведены наблюдения над грунтовыми водами с одной стороны в скважинах, а с другой стороны с учетом всех копанных колодцев картированной территории и с измерением их глубины и зеркала воды.

В течение пятилетней работы были картированы 1 030 042 копанных колодцев грунтовой воды, а также 15 965 скважин и артезианских колодцев и относящиеся к ним данные зарегистрированы; это значит, что были собраны данные о глубине и уровне воды свыше 1 000 000 колодцев. В течение картирования из 1 094 колодцев грунтовой воды были взяты пробы воды для химического анализа.

Какие вопросы освещаются данными и картами, собранными об условиях грунтовой воды в Венгерском Геологическом Институте?

1. Получается полная и детальная карта густоты сети колодцев. В внутриквартальных частях городов и деревень местоположение каждого колодца отмечено на кадастровых картах или на картах дорожной сети, а на периферических участках — на картах масштаба 1 : 25 000.

2. Количество найденной в колодцах воды и высота водяного столба были зарегистрированы. Хотя это количество претерпевает изменения во времени и высота водяного столба не предоставляет данные о водообильности и о скорости пополнения воды, все же из указанных карт можно получить общие сведения о водных условиях летнего сезона.

3. На отработанных картах отмечена глубина колодцев; глубина внутриквартальных колодцев отмечена на кадастровых или городских картах, а глубина периферических колодцев — на листах масштаба 1 : 25 000. Научное и практическое значение этих сведений заключается в том, что относительно отдельных областей они отмечают низший уровень для многолетнего периода, а также нижнюю границу водоносного слоя, так как большая часть колодцев углубляется до первого водоупорного слоя, располагающегося под водоносным слоем, т. е. выкапывается до такой глубины, чтобы они даже в засушливых годах и в наиболее сухих сезонах дали воду.

4. Наиболее значительным результатом общегосударственной регистрации является определение глубины уровня грунтовой воды под поверхностью по всей стране. Измерения уровня воды были проведены в продолжении четырех лет, с весны до осени. Вследствие этого полученные величины относятся к разным моментам. Из результатов измерений какойнибудь небольшой области можно составить связную картину относительно момента съемки, однако составлять связанную, четкую и детальную карту об уровнях грунтовой воды по всей стране только на основании этих данных невозможно. Правда, на Низменностях встречаются обширные территории, где сезонные колебания грунтовой воды незначительны и поэтому измеренный в какомлибо моменте уровень грунтовой воды близок к нормальному. (Например гравелистые участки бассейна Малой Низменности, где колебания уровня грунтовой воды в средних величинах многих лет показывают величины порядка нескольких дециметров; такой областью является песчаная банка южной части области между Дунаем и Тиссой, где вековые колебания равняются примерно 1—1,5 м.) На подобных территориях можно составить нормальную карту уровня грунтовой воды даже из результатов разового измерения. Однако в других областях, где годовые нормальные колебания уровня грунтовой воды превышают метровые величины, достоверную карту можно составить лишь при помощи многократных измерений и с учетом движения грунтовой воды в течение многих лет. С этой целью при обработке материалов повсюду были учтены данные постоянно наблюдаемых колодцев грунтовой воды Научно-Исследовательского Института для Водного Хозяйства, а где таких колодцев не было, картографическими группами Венгерского Геологического Института было организовано многократное наблюдение.

5. Относительно абсолютной высоты уровня грунтовой воды над уровнем моря при регистрации колодцев не было получено ответа, так как много сотысяч колодцев не нивелированы. Все же отметка колодцев на детальных картах способствует пересчету уровня воды на величины над уровнем моря на основании горизонталей.

Собранные пробы грунтовых вод были проанализированы в химической лаборатории Венгерского Геологического Института. Анализы распространились на определение общей жесткости, карбонатной жесткости, степени щелочности, потребления кислорода и реакции на фенолфталейн. Растворенные в водах вещества были группированы по катионам и анионам и были определены в мг/л весах ионов и в эквивалентных процентах по Тану. В журналах анализов в группе катионов фигурируют натрий, калий, магний и аммоний, а в группе анионов — хлор, гидрокарбонаты, сульфаты, нитраты, нитриты и кремнекислота. Был определен вес всех растворенных веществ в мг/л, и при части анализов — все твердые остатки.

На большей части Низменности отделение грунтовой воды от более глубоких приповерхностных вод не представляется возможным. Несомненно имеются территории, на которых грунтовые воды обладают свободным зеркалом, образуют связанную поверхность и книзу сплошным водо-

упорным слоем четко отделены от дальнейших пластовых вод. Такими территориями являются узкие речные долины и некоторые участки земной поверхности, располагающиеся на окраине гор и не павшие жертвой эрозии. Однако эти случаи являются исключениями и во внутренней части Низменности едва встречаются.

На значительной части Низменности на поверхности, мощностью в несколько метров залегают водоупорные или малопроницаемые образования, через которых местные атмосферные осадки не могут просачиваться. Вода, встречающаяся все же под такой поверхностью, происходит не из местных атмосферных осадков, а имеет иное происхождение. При этом следует иметь в виду, что равнинные области Венгрии распространяются на территории 43 000 км², из которых около 23 000 км² покрыты водоупорными глинами, глинистым лессом и солончаками. Кроме этого имеются и территории, где под немошным слоем водопроницаемой поверхности залегает водоупорный слой и грунтовая вода располагается под этим последним. Зеркало грунтовой воды даже под не водоупорными слоями на значительных территориях располагается на глубине 5—6 м или еще глубже и таким образом возможность сообщения с грунтовыми водами была бы исключена даже в том случае, если на данной территории атмосферные осадки были обильными.

Годовое среднее количество осадков на территории Низменности едва достаточно для питания растительности. Большая часть летних осадков падает жертвой испарения и даже длительные дождливые периоды не могут промокать почву глубже 20—30 см. Только зимние осадки промачивают мощный слой под поверхностью, но даже это промачивание редко превышает 1—1,5 м. Соприкосновение между нижней границей промачивания и зеркалом грунтовой воды существует только на тех местах, где под водопроницаемой поверхностью зеркало грунтовой воды зимой располагается не глубже 1—1,5 м и где данная территория вследствие своего рельефного положения получает стекающие воды и из других областей. Подобное положение встречается на окраинах Низменности, в долинах Ниршега, в желобках песчаной банки области между Дунаем и Тиссой и на отдельных участках современных аллювиальных территорий р. Дунай, особенно там, где на поверхности и в непосредственной близости от ней залегают грубозернистые пески и гравий.

Геологическое картирование 1950—1951 гг., а также опыты углубленных в течение картирования скважин определенно опровергают якобы существующую связь атмосферных осадков с грунтовыми водами в области между Дунаем и Тиссой. Даже на песчаной банке, где поверхность мощностью в несколько метров покрыта сыпучим песком, т. е. весьма проницаемой породой, продолжающимися от ранней весны до поздней осени бурениями между промоченной поверхностью и зеркалом грунтовой воды была вскрыта сухая зона. Подобное же положение было обнаружено впоследствии также в области за Тиссой, на южной окраине Ниршега, в области Шаррета и на песчаных холмах, располагающихся в южной части области за Тиссой, к югу от г. Бекешчаба.

Уровень грунтовой воды находится в постоянном, ритмическом подъеме и понижении. Уровень воды летом в течение дня понижается, а ночью — поднимается. Более выраженный ритм обнаруживается в годовом ходе колебаний уровня грунтовой воды. В начале лета уровень воды в колодцах начинает понижаться и к началу осени достигает низшее положение; поздней осенью начинает подняться и к концу весны достигает наивысшее положение, поближе к поверхности. Колебания более длительного периода также могут быть обнаружены. В каждый четырнадцатый или шестнадцатый год уровень грунтовой воды занимает особенно высокое или низкое положение и сезонные колебания приспособляются к ходу подъемов и понижений более длительного периода.

Откуда происходит грунтовая вода на большей части территории Низменности и откуда пополняется она, если не из местных атмосферных осадков?

Она может происходить снизу, из т. н. пластовых вод. Это является наиболее вероятным объяснением. Но откуда происходят приповерхностные пластовые воды?

Может быть они происходят из седиментационной воды. В медленно погружающемся трогe или системе бассейнов Низменности осадки, содержащие 20—30% воды попадают под все более усиливающееся давление. Температура отложений повышается, они становятся более массивными и находящаяся в них вода попадает под значительное давление и если найдет пути кверху, в направлении слоев, находящихся под меньшим давлением, то поднимается.

Осадконакопляющий бассейн, в котором водопроницаемые слои наполнены водой, может ли получить пополнения из другого места, чем из седиментационной воды уплотняющихся отложений?

Да, может. Может получить воды атмосферных осадков с поверхности и стекающие из рек и озер воды, которые в конце концов также происходят из атмосферных осадков.

Где может он получить воды атмосферных осадков с поверхности? На тех участках, где земная поверхность получает много атмосферных осадков и рельеф местности такой, что на небольшой территории накапливается много воды, потери от испарения небольшие и вода легко может просачиваться; т. е. грунт является проницаемым и большая часть пор не заранее наполнена водой. Такими являются приподнятые гравелистые покровы горных и холмистых местностей, высокорасположенные грубозернистые пески и песчаники, закарстованные участки известняков, обломочные склоны подошв гор и долин и — наконец — плотные и непроницаемые, но трещиноватые породы горных областей, трещины которых словно поглощают воду и сводят ее в глубину почти без всяких потерь от испарения.

Накопляющаяся на глубине Низменности и беспрерывно пополняющаяся вода на разных глубинах находится под различным, в направлении глубины возрастающим давлением. Это давление через лабиринт водонесных слоев и трещины и сбросы водоупоров поднимает воду в припо-

верхностную зону. Пластовое давление пропорционально с глубиной, т. е. вода поднимается в приповерхностную зону соответственно рельефу. Небольшие различия, появляющиеся независимо от рельефа в расположении зеркала грунтовой воды по поверхности, определяются лишь потерями давления, наступившими по пройденному пути, водопроницаемостью приповерхностных и поверхностных слоев, насыщенностью этих слоев водой или воздухом, или же их покрытостью.

Участвующие в строении Низменности т. н. «водоупорные» слои, т. е. глины и плотные илы с точки зрения подвода воды играют значительно более важную и совсем иную роль, чем предполагалось до сих пор. Наиболее быстрое движение воды как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях происходит не в рыхлых песках или илах, а в глинах. Многочисленными бурениями было доказано, что грунтовые воды и прочие близповерхностные пластовые воды часто встречаются в глинах и что самые хорошие колодцы грунтовой воды, держащие наиболее надежно свою воду, получают воды из каналов и трещин глин. Это конечно главным образом свойственно приповерхностным глинистым слоям. Колодезники и их работодатели на Низменности ищут хорошей «водяной жилы». Из пройденных в сухом песку колодцев колодезникам после достижения глины нередко приходится опасаться бегством, так как вода через трещины различной, иногда дециметровой ширины под значительным давлением выступает из глины и заливают колодец.

Если под поверхностью имеется ток воды, боковое течение, то подземная эрозия должна существовать. Движущаяся вода перемещает разные вещества и наносы, находящиеся в растворенном или нерастворенном состоянии. Вероятно, что система подземных водотоков и течений является такой же живой, меняющейся и развивающейся системой, как и система поверхностных рек. Пути и каналы суживаются и расширяются, закупориваются и вырезаются, перемещение в них веществ тоже изменяется. Поэтому четко следовать путям притекающих из окраин Низменности в направлении ее внутренней части вод, высчитывать скорость течения спускающихся вод и рассчитывать пополняющееся количество воды на основании поперечных сечений и пористости не представляется возможным.

Наблюдаемые в продолжении долгого времени колодцы дают информацию и о том, какие большие периоды подъема и понижения появляются в режиме грунтовых вод. Эти многолетние волны также являются результатами испарения, расходования растениями и пополнения из атмосферных осадков, как и суточные и годовые волны. В них отражается многолетняя периодичность состояния погоды. Из 20—25 лет, допускающих просмотр, можно прочесть период одной волны. В течение времени наблюдения вообще в 1932—1933 и 1949—1950 гг. был наблюден минимальный и в 1941—1942 гг. — максимальный уровень воды. Таким образом длина одной волны равняется 16—17 летам.

Грунтовые воды Низменности медленно двигаются, перемещаются в тонкозернистых песках, илах и глинах, главным образом в течение верти-

кальных колебаний уровня воды сильно растворяют минеральные вещества этих пород, и в зависимости от включающих веществ, а также от степени испарения принимают различную концентрацию и местный химический характер.

Эта весьма разнообразная картина вообще характерна для внутренней части Низменности. Приближаясь к ее окраинам, картина принимает более спокойный характер. Степень минерализованности от окраин в направлении внутренней части Низменности возрастает. Хотя исключения довольно часто встречаются, все же общее количество растворенных солей на окраинах Низменности колеблется около 1 000 мг/л и растворы, содержащие несколько тысяч мг/л сухого вещества, являются исключениями. Однако как только достигаем Ясшага, Надькуншага, области Тройного Кереша и южной части области за Тиссой, растворы, содержащие 4—5 000 мг/л сухого вещества, становятся частыми и грунтовая вода на широко распространенных территориях является «минеральной водой», но в невыгодном смысле.

Глубина зеркала грунтовой воды на Большой Венгерской Низменности колеблется от нескольких дециметров до двадцати метров. Наиболее распространенным является глубина 3—4 м. Разницы нескольких метров могут быть вызваны условиями рельефа и веществом земной поверхности. Однако в внутренней части Низменности, независимо от условий рельефа и поверхности, местами под поверхностью встречаются разделы грунтовых вод. Они представляют собой участки с особенно глубоким расположением грунтовых вод; зеркало грунтовых вод этих участков не имеет непосредственной связи с приповерхностным зеркалом грунтовых вод прилегающих территорий. О некоторых из этих пятен было выявлено, что они представляют собой хребты начала плейстоцена, оставшиеся в высоком положении на местности погружающейся Низменности. Линии особенной глубины грунтовой воды таким образом обнаруживают структурные линии и выражают их тонче и лучше, чем различные геофизические измерения.

Смелой кажется мысль, что из тонких различий глубины зеркала грунтовой воды, располагающегося вообще на весьма небольшой глубине вблизи поверхности — что впрочем может быть вызвано также многочисленными поверхностными причинами — можно сделать вывод о структурных линиях Низменности. Однако глубинные аномалии появляются в таком определенном и жестком виде, что нельзя не обратить на них внимание. Само собой разумеется, что наряду с влияниями поверхности, воздействия глубинной структуры должны быть отобраны с большой предусмотрительностью.

IRODALOM – LITERATUR

1. ARANY S.—BABARCZY J.: Alföldi sókivirágzások és talajvizek. Mezőgazdasági kutatások. p. 89—96. X. 3. 1937.
2. BACSÓ N.—KAKAS J.—TAKÁCS L.: Magyarország éghajlata. Budapest, 1953.
3. BALLENEGGER R.: A talajnedvesség változásának menete * mésztartalmú agyagos talajban. p. 146—164. Vízügyi Közl. 2. 1938.
4. BALLENEGGER R.: Magyarországi talajtípusok mechanikai vizsgálatának eredményei. Budapest, 1916.
5. BAUER S.: A belvízvezetés kérdései. p. 69—80. Vízügyi Közl. 1—2. sz. 1941.
6. BEHR, H.: Über die Grundwasserergiebigkeit in der Deutschen Demokratischen Republik; Wasserwirtschaft, (Wassertechnik. p. 84—88. 3. 1953.)
7. BÉLTEKY L.: A kismélységből való víznyerés gazdaságossága és eredményei. p. 43—54. Hidr. Közl. 34. 1—2. sz. 1954.
8. BENDEFFY L.: Fejezetek a térképészeti földtan tárgyköréből. p. 306. Budapest, 1953.
9. BENNISON, E. W.: Ground Water. Its Development, Uses and Conservation. p. 509. Minnesota, 1947.
10. BERKES Z.: A Kárpát-medence vízháztartása. p. 5—13. Időjárás, 50. 1—8. sz. Budapest, 1946.
11. BOGÁRDI J.: Jelentés a Nagy Magyar Alföld talajvízviszonyairól. p. 277—282. Hidr. Közl. 29. 9—10. sz. Budapest, 1949.
12. BOGÁRDI J.: A talajvíz és talajvíztükör változásának jelentősége a mérnöki gyakorlatban. p. 60—62; 56—61; 44—52. Magy. Közlekedés, Mély- és Vízépítés. 2. évf. 2—4. sz. Budapest, 1950.
13. BOGÁRDI J.: A csapadék és hőmérséklet hatása a talajvíztükör változására. p. 33—60. M. T. A. Műsz. Tud. Oszt. Közl. 5. h. 4. sz. Budapest, 1952.
14. BOGÁRDI J.: A várható tavaszi maximális havi közepes talajvízállások előrejelzése az Alföldön. p. 415—422. Hidr. Közl. 33. 11—12. sz. Budapest, 1953.
15. BOGDÁNFY Ö.: Vízimunkálatok a Duna—Tisza közén. Föld és Ember. p. 51—58. 1 sz. füzet. 1921.
16. BOGDÁNFY Ö.: Az Alföld hidrológiája. Debrecen, 1924.
17. BOLBERITZ K.: Az ipartelepek vízgazdálkodásának mennyiségi és minőségi kérdései. p. 73. Budapest, 1954.
18. BULLA B.: Az Alföld felszínének kialakulása. p. 59—69. M. T. A. Műsz. Tud. Oszt. Földt. Bizottsága, Alföldi Kongresszus. Budapest, 1953.
19. BULLA B.: A magyarországi löszök és folyóteraszok problémái. Földr. Közl. 7—9. sz. 1934.
20. CHOLNOKY J.: Az Alföld felszíne. Földr. Közl. 1910. Erdészeti Lapok. LXIII. évf. 1924.
21. DACHLER, R.: Grundwasserströmung. p. 142. Wien, 1936.
22. DALLONI, M.: Géologie appliqué de l'Algérie. p. 888. Alger, 1939.
23. DALMADY Z.: Az ásványvizek vegyi összetételének grafikus ábrázolása. p. 53. Hidr. Közl. 1928.
24. ELIAVA L. A.: A Tisza csatornázásának legfontosabb hidrológiai problémái. p. 413—428. M. T. A. Műsz. Tud. Oszt. Közl. 2. k. 1—4. sz. Budapest, 1952.
25. ENGELUND, F.: On the Laminar and Turbulent Flows of Ground Water through Homogeneous Sand. Kjöbenhavn. p. 103. 1953.
26. ERDÉLYI M.: A Dunavölgy nagyalföldi szakaszának víztároló üledékei. Hidr. Közl. 5—6, p. 159—169. Budapest, 1955.

27. FERENCZI I.: Geomorfológiai tanulmányok a Kis Magyar Alföld déli öblében. p. 17—37. Földt. Közl. LIV. Budapest, 1925.
28. FERENCZI I.: Hajdúböszörmény környékének földtani felépítése. p. 99—104. M. Áll. Földt. Int. Évi Jel. az 1939—40. évről. III. Budapest, 1950.
29. FISCHER, F.: Der jährliche Gang der Beziehungen zwischen Niederschlag, Abfluss, Verdunstung und Versickerung im Landklima Mitteleuropas. Naturwissenschaftliche Wochenschrift. p. 265—276. 1918.
30. FRIEDRICH, W.: Über die Verdunstung vom Erdboden. p. 24. Das Gas u. Wasserfach. 1950.
31. GALLI L.: A geológia és hidrológia szerepe a mérnöki gyakorlatban. p. 96—115. Földt. Int. Évi Jel. B) Beszámoló a vitaülésekről. 9. k. Budapest, 1947.
32. GEDEON T.: A talajvíz összetételének változása és az abból levonható következtetések. p. 12—16. M. Chem. Folyóirat 1—3. füzet. 1936.
33. GEDEON T.: Talajvízáramlás-megfigyelések. p. 67—76. Hidr. Közl. XIII. Bp., 1933.
34. *Geological Survey: Water Supply Paper.* Washington.
35. GRAHMANN, R.: Ergebnisse achtzehnjähriger Grundwasserbeobachtungen in Nordwestsachsen. p. 373—378; 441—448. Braunkohle, Heft 24—26. 1935.
36. GROSS, E.: Handbuch der Wasserversorgung. Berlin, 1928.
37. MC. GUINNES, C. L.: The Water Situation in the U. S. With Special Reference to Ground Water. p. 114. Geol. Survey Circular. 1951.
38. GYALOKAI M.: Síkvidéki területek lefolyási tényezőjének megállapítása. Budapest, 1942.
39. HAJÓSY F.: Magyarország csapadékvizszojnyai. p. 160. Orsz. Met. Int. 1901—1940. Budapest, 1952.
40. HALAVÁTS GY.: Az Alföld Duna—Tisza közötti részének földtani viszonyai. p. 73. Budapest, 1895.
41. HALAVÁTS GY.: A magyarországi artézi kutak története, terület szerinti eloszlása, mélységük, vizük bőségének, hőfokának ismertetése. p. 103. Budapest, 1896.
42. HALBFASS, W.: Niederschlag, Abfluss, Verdunstung und Versickerung im Landklima Mitteleuropas. p. 513—514. Naturwissenschaftliche Monatschrift, Neue Folge, Bd. 18. No. 36. 1919.
43. HATOLYKAI PAP I.: A Szegedi Ártmentesítő és Belvízszabályozó Társulat vízüdelmi helyzete. p. 24—29. A Tisza—Dunavölgyi Társulat Központi Bizottságának kiadványa. 1. sz. Budapest, 1942.
44. *Hydrogéologie du Maroc.* p. 356. XIX. Congrès Géolog. Internat. Rabat. 1952.
45. HOLLÓ I.: Alföldi városaink vízellátása. p. 293—299. Hidr. Közl. 32. 7—8. sz. Budapest, 1953.
46. HONTI GY.: A Szigetköz talajviszonyainak vizsgálata. p. 122—134. Beszámoló a VITUKI 1954. évi munkásságáról. Budapest, 1955.
47. HORUSITZKY F.: A karsztvíz elhelyezkedése a Kárpát-medencében. p. 9—16. M. T. A. Műsz. Tud. Oszt. Közl. 8. 1. sz. Budapest, 1953.
48. HORUSITZKY F.: A víz a Föld belsejében. p. 123—144. Hidr. Közl. XXII. Budapest, 1942.
49. HORUSITZKY H.: Budapest dunabalparti részének talajvize és altalajának geológiai vázlata. p. 164. Hidr. Közl. XV. Budapest, 1935.
50. HORUSITZKY H.: A vágmenti homokbuckák nedvességéről. p. 339—341. Földt. Közl. XXXIV. Budapest, 1904.
51. HORUSITZKY H.: Budapest dunajobbparti részének hidrogeológiája. p. 1—344. Hidr. Közl. 1. Budapest, 1938.
52. HORUSITZKY H.: A budapesti talajvizokról. Term. Tud. Közl. LII. Budapest, 1920.
53. HUBBERT, K. M.: Theory of Groundwater Motion. p. 785—944. Journ. of Geology. 1940.
54. HUGHES, L.: Etude théorique et expérimentale sur les propriétés hydrodynamiques d'un sol pulvérulent et les lois de la filtration. p. 142. Paris, 1948.
55. IHRIG D.: A hidrológiai előrejelzések feladatköre és módszerei. p. 53. Budapest, 1954.
56. IJJÁSZ, E. L.: Grundwasser u. Baumvegetation unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in der Ungarischen Tiefebene. München. p. 217. Különlenyomat az Erdészeti Kísérletek 1938. XL. kötetéből. Sopron, 1938.

57. ILLÉS Gy.: Hazai ivóvízellátásunk fejlődése és fejlesztésének főbb irányelvei. p. 194—199. Hidr. Közl. 34. évf. 5—6. sz. Budapest, 1954.
58. JANTSKY B.: Az európai Szovjetunió hidrogeológiai viszonyai. p. 164—169. Hidr. Közl. XXX. 1950.
59. JÁKY J.: Talajmechanika. Budapest, 1944.
60. JUHÁSZ J.: Adatok az alföldi talajvízről, különös tekintettel a folyócsatornázások duzzasztó hatására. p. 413—447. Vízügyi Közl. 35. 2. sz. Budapest, 1953.
61. JUHÁSZ J.: Felszín alatti vízkészletünk. p. 21—35. Hidr. Közl. 1—2. Budapest, 1955.
62. KEILHACK, K.: Lehrbuch der Grundwasser und Quellenkunde. Berlin, 1917.
63. KENDI—FINÁLY I.: Hidrográfia, hidrometria és hidraulika. p. 104, 144, 216. Budapest, 1926.
64. KENESSEY K.: Talajvízállás megfigyelések 1915. évben Ógyallán. Vízügyi Közl. 1915—16.
65. KÉZDI Á.: Talajmechanika. I—II. p. 560; 467. Budapest, 1952; 1954.
66. KESSLER H.: A beszivárgási százalék és a tartósan kitermelhető vízmennyiség megállapítása karsztvidéken. p. 179—188. Vízügyi Közl. 36. 2. sz. Budapest, 1954.
67. KOEHN, W.: Grundwasserkunde. p. 314. Stuttgart, 1948.
68. KREYBIG L.: A Tiszántúl. p. 221. Budapest, 1944.
69. KREYBIG L.: Adatok Magyarország vízviszonyainak rendszerezéséhez növénytermesztési szempontból. p. 201—215; 305—317. Vízügyi Közl. 30. 2—3. Budapest, 1948.
70. KREYBIG L.: A talajok víz- és hőgazdálkodása. Budapest, 1951.
71. KREYBIG L.: Az agrotechnika tényezői és irányelvei. p. 518. Budapest, 1953.
72. KRUTTER, H.: The Theory of Ground-Water Motion. p. 324. Journ. of Geology. XLIX. 1941.
73. LACEY, J. M.: Hydrology and Ground-Water. p. 159. London, 1934.
74. LÁNG S.: Hazánk vízgyűjtőjének felszíne. p. 187—196. Hidr. Közl. 5—6. Budapest, 1952.
75. LÁNG S.: A Mátra és Börzsöny természeti földrajza. p. 512. Földrajzi monográfiák I. k. Akad. Kiadó. Budapest, 1955.
76. LÁSZLÓ G.: A kis magyar Alföldön, a pándorfi fennsíkától a Hanságig. p. 273—276. Földt. Int. Évi Jel. 1904. évről, Budapest, 1904.
77. LÁSZLÓFFY W.: A hidrológiai kutatás, különös tekintettel a hidrográfiai adatszolgáltatás mai állására. p. 74—108. Vízügyi Közl. 2. Budapest, 1930.
78. LÁSZLÓFFY W.: A vízrajzi szolgálat fejlesztése a víztársulatok közreműködésével. p. 70—76. A Tisza—Duna-völgyi Társulat Központi Bizottságának kiadványa. 1. sz. Budapest, 1942.
79. LÁSZLÓFFY W.: Magyarország vízgazdálkodása. p. 60—71. Magy. Földrajzi Társ. Zsebkönyve, 1948. évf. Budapest, 1948.
80. LÁSZLÓFFY W.: A felszíni vízkészlet számbavétele. p. 75. Mérnöki Továbbképző Int. előadássorozata. 34. sz. Budapest, 1952.
81. LÁSZLÓFFY W.: A fajlagos lefolyás sokévi átlaga Magyarországon és a hidrológiai hossz-szelvények. p. 147—156. Vízügyi Közl. 36. évf. 2. sz. Budapest, 1954.
82. LÁSZLÓFFY W.—SZESZTAY K.—SZILÁGYI J.: A felszíni vízkészletek számbavétele. p. 3—77. Vízügyi Közl. XXXV. évf. 1. sz. Budapest, 1953.
83. LEBEDEV, A. F.: Die Bewegung des Wassers im Boden und im Untergrund. p. 1—36. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung u. Bodenkunde. A. Bd. 10. 1927.
84. LEBEDEV, A. F.—LEBEDEV, N. A.: Some Observations upon the Rise and Fall of Water in Vapourous Form in the Soil. p. 100—112. Pedology, No. 1—2. 1930.
85. LOVAS L.: A talaj áteresztő képessége együtthatójára vonatkozó újabb vizsgálati eredmények. p. 394—403. Hidr. Közl. 34. évf. 9—10. sz. Budapest, 1954.
86. MC. KICHEN, K. A.: Estimated Use of Water in the U. S. Geol. Survey Circular. 1950—1951.
87. MADOS L.: Általános talajtani ismeretek. p. 124. Budapest, 1941.
88. MADOS L.: A szikesedés és a víz. p. 1—21. Hidr. Közl. 1—6. Budapest, 1943.
89. MADOS L.: Alföldi talajainknak fajsúlya, térfogatsúlya és hézagterfogata. Budapest, 1949.

90. MAYER, A.: Les terrains permeables. p. 148. Paris, 1954.
91. Magyarország Hidrológiai Atlasza. Szerkeszti a Vízgazdálkodási Tud. Kutató Int. Budapest, 1952—1955.
92. Magyarország vízkészlete. I. Mennyiségi számbavétel. p. 112. Vízgazdálkodási Tud. Kutató Int. Budapest, 1954.
93. MARCELL GY.: A talajvízingadozás fizikai alapjairól. Időjárás. Július—augusztusi füzet. p. 149. Budapest, 1942.
94. MAUCHA R.: A természetes vizek kémiai összetételének grafikus ábrázolása. p. 28. Hidrológiai Közlöny. 1—2. sz. Budapest, 1949.
95. MAUCHA R.: Kölcsönhatások a vizek anyagforgalmában. p. 17—26. M. T. A. Biológiai Oszt. Közleményei, I. k. 1. sz. Budapest, 1952.
96. MEAD, W. D.: Hydrology. The Fundamental Basis of Hydraulic Engineering. p. 728. New-York, London, 1950.
97. MEINZER, O. E.: Outline of Ground-Water Hydrology. p. 71. Washington. 1923.
98. MIHÁLTZ I.: A Duna—Tisza köze déli részének földtani felvétele. p. 112—132. M. Áll. Földt. Int. Évi Jel. 1950-ről. Budapest, 1953.
99. MIHÁLTZ I.: Az Észak-Alföld keleti részének földtani térképezése. p. 61—68. M. Áll. Földt. Int. Évi Jel. 1951-ről. Budapest, 1953.
100. MIHÁLTZ I.: Az Alföld negyedkori üledékeinek tagolódása. p. 109—117. Alföldi kongresszus. Budapest, 1953.
101. MIHÁLTZ I.: A Duna—Tisza-csatorna geológiai viszonyainak tanulmányozása. p. 189—199. Földművelésügyi Min.: Duna—Tisza-csatorna. Budapest, 1947.
102. MÜLLER—DELITSCH, G.: Grundlagen der Grundwassergewinnung. p. 72. Leipzig, 1951.
103. NATERMANN, E.: Die Entschleierung der Grundwasserganglinie. Das Gas u. Wasserfach. H. 24. 1953.
104. NÉMETH E.: Hydrologia és hidrometria. p. 662. Budapest, 1954.
105. OGIEVSKIJ, A. F.: Hidrologia szusi. Moszkva, 1951.
106. PAPP F.: A karsztvizek mennyiségi és minőségi viszonyairól. p. 17—23. M. T. A. Műsz. Tud. Oszt. Közl. 8. k. 1. sz. Budapest, 1953.
107. PAPP F.: A források rendszere. p. 7—8. Hidrológiai Közl. 34. évf. Budapest, 1954.
- 107/a. PAPP F.—SARLÓ K.—FRANK M.: Magyarország ásványvizei. p. 72. Budapest, 1949.
108. PAPP SZ.: Az ország ivóvízellátása, annak fejlődése és továbbfejlesztése, az Országos Közegészségügyi Intézet munkaprogramjának keretében. p. 78—88. Hidrológiai Közlöny. 26. évf. 1—12. sz. Budapest, 1946.
109. PÁTER J.: A magyar ivóvízvéleményezés problémái. p. 364—372. Hidrológiai Közl. 30. évf. 9—10. sz. Budapest, 1950.
110. PÁTER J.: Az ivóvizek kémiai összetételének szemléltető ábrázolása. p. 428. Hidr. Közl. 1950.
111. PÁVAI—VAJNA F.: A víz élete a földben. p. 42—53. Hidrológiai Közlöny 1—3. sz. Budapest, 1944.
112. PFALZ, R.: Grundwasserkunde. Lagerstättenlehre des unterirdischen Wassers. p. 176. Halle, 1951.
113. POLUBARINOVA—KOCINA, P. JA.: Teorija dvizenija gruntovüh vod. p. 676. Moszkva, 1952.
114. POSEWITZ, G.: Grundwasserstudien in der ungarischen Tiefebene. p. 430—439. Hidrológiai Közlöny. 1942. évf. Budapest, 1942.
115. PRIKLONSKIJ, V. A.—LAPTYEV, F. F.: Felszín alatti vizek fizikai tulajdonságai és kémiai összetétele. p. 111. Budapest, 1952.
116. PRINZ, E.: Handbuch der Hydrologie. I—III. Berlin, 1923.
117. PRINZ, E.—KAMPE, R.: Handbuch der Hydrologie. Berlin, 1934.
118. RHOADES, R.—SINACORI, M. N.: Pattern of Ground-Water Flow and Solution. p. 785. Journ. of Geolog. 1941.
119. RICHARDS, E. F.: Laws of Soil Moisture. Transactions American Geophysical Union. 1950.
120. ROHRINGER S.: Talajvízszin megfigyelések a Pestvármegyei Dunavölgyi Leccapoló és Öntöző Társulat területein. p. 5—21. Hidr. Közl. I. Budapest, 1934.
121. ROHRINGER S.: Talajvízszin tanulmányok a Duna—Tisza közén. p. 34—46. Vízügyi Közl. 1—3. sz. Budapest, 1936.

122. RÓNAI A.: Az 1950. évi Duna—Tisza közti talajvíz megfigyelő munkálatokról. p. 193—206. Földt. Int. Évi Jel. az 1950. évről. Budapest, 1953.
123. RÓNAI A.: Az 1951. évi talajvízterképezés. p. 75—80. Földt. Int. Évi Jel. az 1951. évről. Budapest, 1953.
124. RÓNAI A.: Újabb adatok a Duna—Tisza közti talajvizekről. p. 211—226. Hidr. Közl. 33. évf. 5—6. sz. Budapest, 1953.
125. RÓNAI A.: Jelentés a síkvidéki talajvízterképezésről. p. 113—123. Földt. Int. Évi Jel. az 1952. évről. Budapest, 1954.
126. RÓNAI A.: Talajvíztanulmányok a Duna—Tisza közén. p. 127—132. Földt. Int. Évi Jel. az 1952. évről. Budapest, 1954.
- 126/a. RÓNAI A.: Jelentés az 1953-ban végzett talajvízterképezésről. p. 339—356. Földt. Int. Évi Jelentése az 1953. évről. I—II. rész. Budapest, 1954—55.
127. RÓNAI A.: Alföldi talajvízproblémák. p. 41—45. Alföldi Kongresszus. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1953.
128. RÓNAI A.: A Nyírség, Hajdúság és Hortobágy talajvízviszonyai. p. 221—235. Hidr. Közl. 7—8. sz. Budapest, 1955.
129. RYBCZYNSKI, M.—POMIANOWSKY, K.—WOYEICKI, K.: Hydrologia. p. 239, 315, 520. Warszawa, 1929—33.
130. SALAMIN P.: Tanulmány a hazai belvízrendezésről. p. 76—122. Hidr. Közl. Budapest, 1942.
131. SALAMIN P.: Ivóvízellátás az alföldi Tiszavidék vízgazdálkodási egységében. p. 32—58. Hidr. Közl. 26. évf. 1—12. sz. Budapest, 1946.
132. SCHERF, E.: Ueber die Rivalität der boden- und luftklimatischen Faktor bei der Bodentypenbildung. Beiträge zur Frage der Bewässerung der Ungarischen Tiefebene. p. 1—87. Ann. Inst. Regii Hung. Geol. Budapest, 1930.
133. SCHERF, E.: Alföldünk pleisztocén és holocén rétegeinek geológiai és morfológiai viszonyai. p. 265—273. Földt. Int. Évi Jel. 1925—28. Budapest, 1935.
134. SCHERF, E.: Versuch einer Einteilung des ungarischen Pleistozäns auf moderner polyglazialistischer Grundlage. Verhandl. d. III. Internat. Quarter Konferenz. Wien, 1936.
135. SCHERF E.: A szabolcsmegyei sós vizek (Tiszagyulaháza stb.) geológiai és kémiai viszonyai. (Adatok az Alföld töréses szerkezetének geomechanikai értelmezéséhez.) p. 159—230. Magy. Pénzügyminisztérium. Jelentés a jövedéki mélykutatás 1947/48. évi munkálatairól. Budapest, 1948.
136. SCHMIDT E. R.: Békésvármegye 1936. évi hidrológiai felvételi eredményeinek és artézi kútkataszterének rövid ismertetése. p. 1381—1393. M. Áll. Földt. Int. Évi Jel. az 1936—38. évről. III. k. Budapest, 1941.
137. SCHMIDT E. R.: A hidrológia néhány geomechanikai vonatkozásáról. p. 588—590. Bányászati Lapok 86. évf. 12. sz. Budapest, 1953.
138. SCHMIDT E. R.: A tájegységek kérdése a hazai mélységi és karsztvízfeltárási lehetőségek szempontjából. p. 205—212. Hidr. Közl. 34. évf. 5—6. sz. Budapest, 1954.
139. SCHUSTER F.: A Fertő-tó vízháztartása. p. 20—25. Hidr. Közl. 1—4. sz. Budapest, 1947.
140. SCSELKACSEV, V. N.—LAPUK, B. B.: Földalatti hidraulika. p. 507. Budapest, 1953.
141. SCUPIN: Grundwasser im Löss. Zeitschr. f. prakt. Geol. 36. Jg. VI. F. 1928.
142. SIGMOND E.: Általános talajtan. p. 588. Budapest, 1934.
143. SOLLE, G.: Geologie, Paläomorphologie u. Hydrologie der Main-Ebene östlich von Frankfurt a. M. p. 121. 1951.
144. SOYKA, J.: Die Schwankungen des Grundwassers mit besonderer Berücksichtigung der mitteleuropäischen Verhältnisse. Pencks Geogr. Abhandl. Bd. II. Heft 3. Wien, 1888.
145. STEGENA L. és SZEBÉNYI L.: Tiszagyulaháza és környékének sós talajvizei. Jelentés a jövedéki mélykutatás 1947/48. évi munkálatairól. p. 234—248. M. Pénzügymin. kiadványa. Budapest, 1948.
146. SÜMEGHY J.: Az Alföld földtani felépítése és a belvizek feltörése. p. 139—149. Tisza—Dunavölgyi Társulat Központi Bizottságának 1. sz. kiadványa. Budapest, 1942. és Hidrológiai Közl. XXII. p. 367—380. Budapest, 1942.
147. SÜMEGHY J.: A Győri-medence, a Dunántúl és az Alföld pannóniai üledékeinek összefoglaló ismertetése. Földt. Int. Évkönyve. XXXII. k. 2. f. Budapest, 1939.
148. SÜMEGHY J.: A Tiszántúl. I—II. kötet. Budapest, 1944.

149. SÜMEGHY J.: Hidrológiai tanulmány a Duna—Tisza köze ipari és ivóvízellátásának kérdéséről. p. 280—292. Hidr. Közl. 30. évf. 7—8. sz. Budapest, 1950.
150. SÜMEGHY J.: A Duna—Tisza közének földtani vázlata. 1951. Budapest, Földrajzi Könyv- és Térképtár Értesítője. 2. évf. 10—20. sz. p. 75—100. és Földt. Int. Évi Jel. 1950-ról. p. 233—264. Budapest, 1953.
151. SÜMEGHY J.: Medencéink pliocén és pleisztocén rétegtani kérdései. p. 83—110. M. Áll. Földt. Int. Évi Jel. 1951. évről. Budapest, 1953.
152. SÜMEGHY J.: Hidrogeológiai adatok a Duna—Tisza közéről. p. 33—37. Földrajzi Értesítő. I. évf. 1. sz. Budapest, 1952.
153. SÜMEGHY J.: Magyarország talajvízviszonyai. p. 80. Budapest, 1954.
154. SZALAI T.: Adatok a magyarországi termális vizek «juvenilis» alkatrészeinek származására, valamint hőbőségére nézve. p. 206—210. Bányászati és Kohászati Lapok. 81. évf. 7. sz. Budapest, 1948.
155. SZALAY M.: Talajvízszint feletti talajrétegek áteresztő képességének helyszíni meghatározása. p. 482—485. Hidr. Közl. 34. évf. 11—12. sz. Budapest, 1954.
156. SZÁDECZKY-KARDOSS E.: A nagyalföldi artézi vizek főtípusai és azok szintjelző értéke. p. 305—308. Bányászati és Kohászati Lapok. Budapest, 1944.
157. SZÁDECZKY-KARDOSS E.: A vízelemzések ábrázolásáról és a magyarországi vizek fő típusairól. p. 140—145. Hidr. Közl. 27. évf. 9—12. sz. Budapest, 1947.
158. SZÁDECZKY-KARDOSS, E.: Geologie der Rumpfungarländischen Kleinen Tiefebene. p. 444. Sopron, 1938.
159. SZEKENYI L.: Előzetes jelentés a mátraalji rétegvízutatásról. p. 179—180. Földt. Int. Évi Jel. az 1952. évről. Budapest, 1954.
160. SZUROVY G.: A nagyalföldi újabb mélyfúrások hidrológiai eredményei. p. 20—23. Földt. Ért. 1. sz. Budapest, 1947.
161. TELEGDY-ROTH K.: Magyarország geológiája. Pécs, 1929.
162. TELEGDY-ROTH K.: Magyarország és Erdélyi ásványolaj és földgázkutató... mélyfúrásokkal fakasztott vizek vegyi összetétele. p. 17—98. Földt. Közl. LXXX. Budapest, 1950.
163. THOMAS, H. E.: The Conservation of Ground Water. p. 327. New York, 1951.
164. TIXERONT, J.: Les eaux souterraines. p. 36. Tunis, 1950.
165. TOMOR J.: Az olajmezők vizei és ábrázolásuk gyakorlati felhasználása az olajbányászatban. p. 2—7. Hidr. Közl. 1—4. sz. Budapest, 1947.
166. TOLMAN, C. F.: Ground Water, p. 593. New York, 1937.
167. TREITZ P.: A sós és szikes talajok természetrajza. Budapest, 1927.
168. TREITZ P.: A Duna—Tisza közeli belvizek és hasznosításuk. p. 45—52. Hidr. Közl. Budapest, 1930.
169. TREITZ P.: A magyarországi szikes talajok és azok javítása. Budapest, 1896.
170. TROMBE, F.: Les eaux souterraines. p. 126. Paris, 1951.
171. TRUMMER Á.: Belvízrendezésünk fontosabb feladatai. p. 86—98. Tisza—Duna-vidéki Társulat Központi Bizottságának kiadványa. 1. sz. Budapest, 1942.
172. UBELL K.: Talajvíztározódás a csapadék hatására. p. 448—468. Vízügyi Közlemények. 35. évf. 2. sz. Budapest, 1953.
173. UBELL K.: Beszámoló a Komlói telepen végzett kutatómunkáról. Vízügyi Közl. 2. 1954.
174. UBELL K.: A talajvízjárás törvényszerűségei. p. 108—122. Beszámoló a VITUKI 1954. évi munkásságáról. Budapest, 1955.
175. VADÁSZ E.: Magyarország földtana. p. 401. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1953.
176. VADÁSZ E.: A Magyar Alföld mélyszerkezete. p. 518. Term. Társ. Budapest, 1955.
177. VENDL A.—ALMÁSY A.: Szulfáttartalmú talajvizek. p. 125—152. Acta Technika, 5. k. 2. sz. Budapest, 1952.
178. VENKOVITS I.: A leszivárgó csapadékvizek vegyi összetételének változásai. p. 203—205. M. Áll. Földt. Int. Évi Jel. az 1949. évről. Budapest, 1952.
179. VILJAMS V. R.: Talajtan. Budapest, 1950.
180. VITÁLIS S.: Magyarország ivóvízellátásának mai helyzete. p. 27—31. Hidr. Közl. 26. évf. 1—12. sz. Budapest, 1946.
181. VITÁLIS S.: A víz kutatása és bányászata. p. 69—73. Bányászati és Kohászati Lapok. LXXIV. 4. Budapest, 1941.
182. VITÁLIS S.: Vízbeszerzési lehetőségek a Sajó vízgyűjtőjében. p. 324—335. Hidr. Közl. XXXII. 9—10. sz. Budapest, 1952.

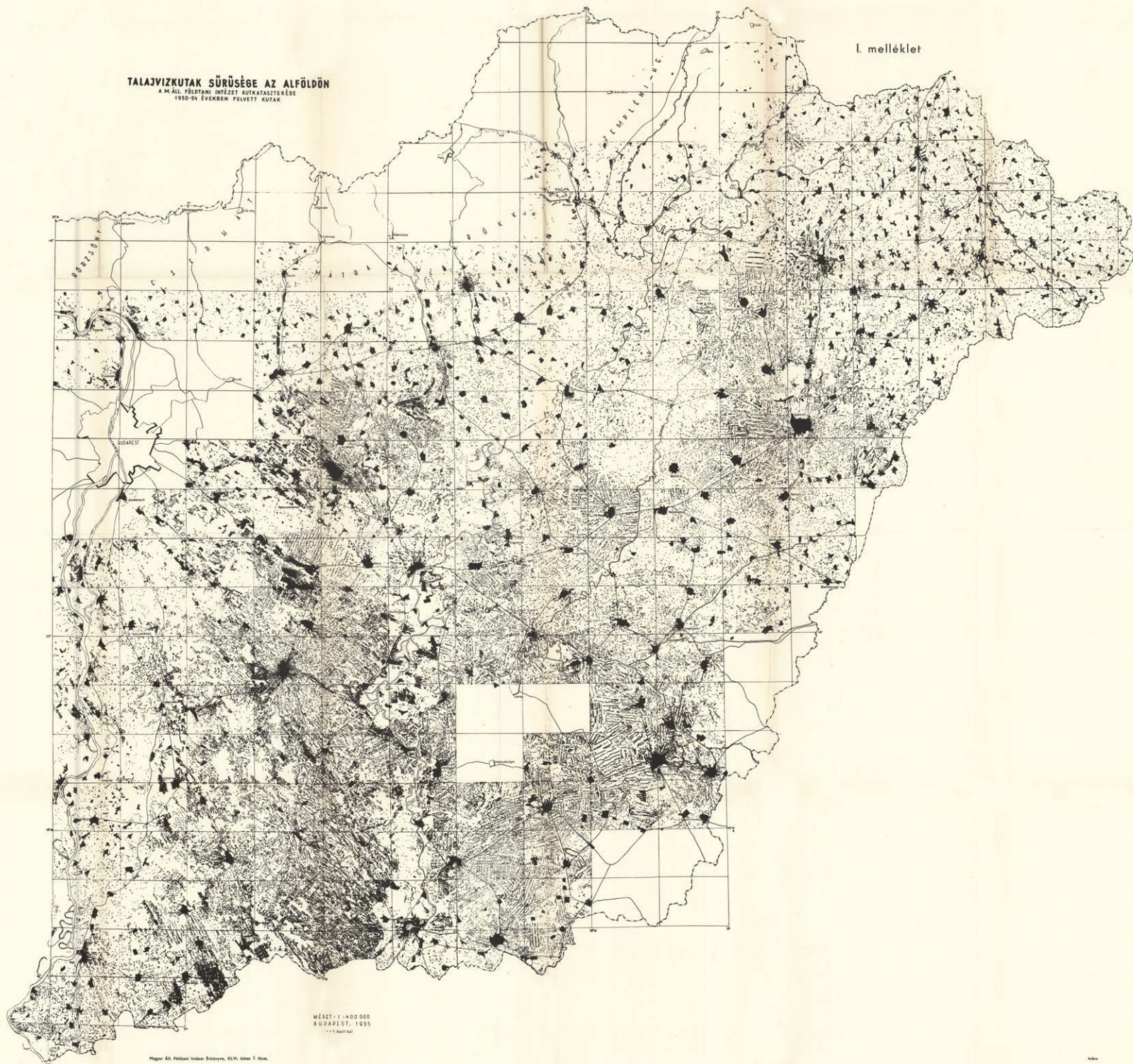
183. Vízrajzi Évkönyv. Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet. Budapest, 1930—1954.
184. VOGT, G.: Grundwasserkartierung. Geschichte und Entwicklung. p. 104. Berlin, 1954.
185. *Water Levels and Artesian Pressure in Observation Wells in the U. S. Geological Survey Water-Supply Paper.*
186. WENZEL, L. K.: Methods for Determining Permeability of Water-Bearing Materials. U. S. Geol. Survey Water-Supply Paper. 887. 1942.
187. WESZELSZKY GY.: A juvenilis vizekről. p. 72—83. Hidr. Közl. IV—VI. k. Budapest, 1924—26.
188. WHITE, G.: Method of Estimating Ground-Water Supplies Based on Discharge by Plants and Evaporation from Soil. Geological Survey, Water Supply Paper 659/A. p. 1—105. 1932.
189. WISLER, C. O.—BRATER, E. F.: Hydrology. London, 1949.
190. ZÓLYOMI B.: Magyarország növénytakarójának fejlődéstörténete az utolsó jégkorszaktól. p. 492—543. M. T. A. Biol. O. Közl. I. 4. Budapest, 1952.
191. ZUNKER, F.: Das Verhalten des Bodens zum Wasser. Blanck: Handbuch der Bodenlehre. Bd. VI. 66—220. p. 1930.

TARTALOM — INHALT

	Oldal Seite
I. Bevezetés	3
1. A talajvízre vonatkozó ismereteink fejlődése	3
2. Talajvíztérképezés és kútkataszter a Földtani Intézet munkaprogram- jában 1950—1955-ben	14
II. A magyar síkságok és dombvidékek talajvízviszonyai	32
1. Kisalföld	32
2. Mezőföld	43
3. A Dunántúl többi része	47
4. A Duna—Tisza köze	52
5. Az Alföld északi pereme	76
6. A Tiszántúl északi fele	91
7. A Tiszántúl déli fele	116
III. A talajvíztartó rétegek és a talajvíz mozgása	132
1. A talajvíz származása és mozgása	132
2. A holocén-pleisztocén medenceüledék víztartó-vízrekesztő rétegei	153
3. Talajvízkészlet, talajvízháztartás	163
4. A talajvíz vegyi jellege	176
IV. Statisztikai összefoglalás a kutakról	189
1. Kútsűrűség, kútmélység, vízbőség	189
2. A talajvíz hőmérséklete	195
3. Artézi kutak	197
V. További feladatok a talajvízfeltárás terén	200
1. A felszínközeli rétegvíz és összefüggése a talajvízzel	200
2. Alföldszerkezet és vízkutatás	206
Ábrák jegyzéke	210
Képek jegyzéke	212
Mellékletek jegyzéke	212
<i>Das Grundwasser der ungarischen Becken. Ergebnisse der ungarischen Grundwasserkartierung. 1950—1955</i>	213
Резюме	233
Irodalom — Literatur	239

TALAJVIZKUTAK SŰRÜSÉGE AZ ALFÖLDÖN
A M. ÁLL. FÖLDTANI INTÉZET KUTAKATÁZTATÁSÁRA
1950-54. ÉVBEN FELVETT KUTAK

I. melléklet



MÉRET: 1:400 000
BUDAPEST, 1955
K. Á. Á. Á.

A TALAJVÍZTÜKÖR MÉLYSÉGE A FELSZÍN ALATT AZ ALFÖLDÖN

SZERKESZTETTE: RÓNAI ANDRÁS ÉS BOCZÁN BÉLA

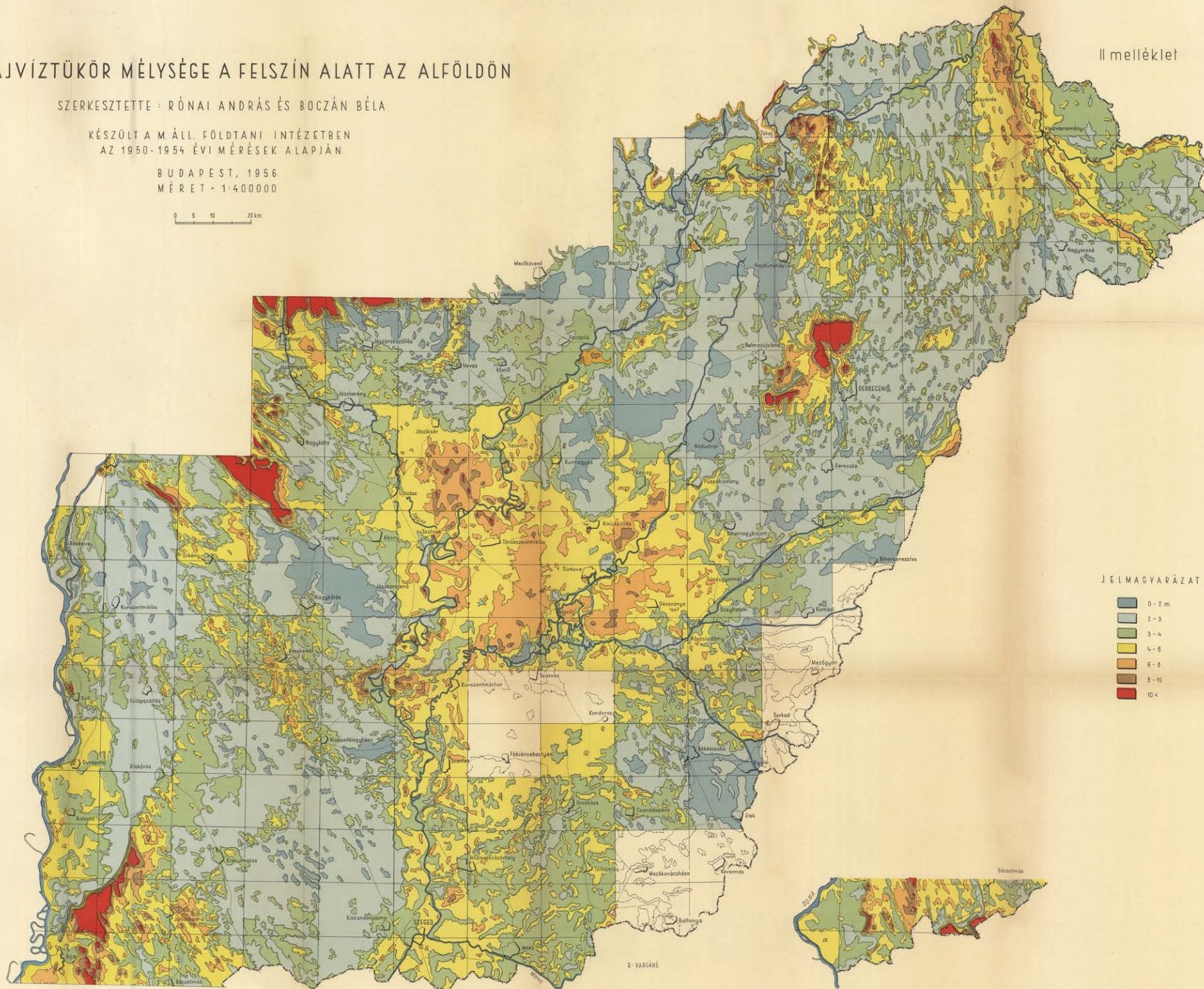
KÉSZÜLT A M. ÁLL. FÖLDTANI INTÉZETBEN
AZ 1950-1954 ÉVI MÉRÉSEK ALAPJÁN

BUDAPEST, 1956

MÉRET = 1:400000

0 5 10 20 km

II melléklet



JELMAGYARÁZAT



A TALAJVÍZTÜKÖR TENGERSZINT FELETTI

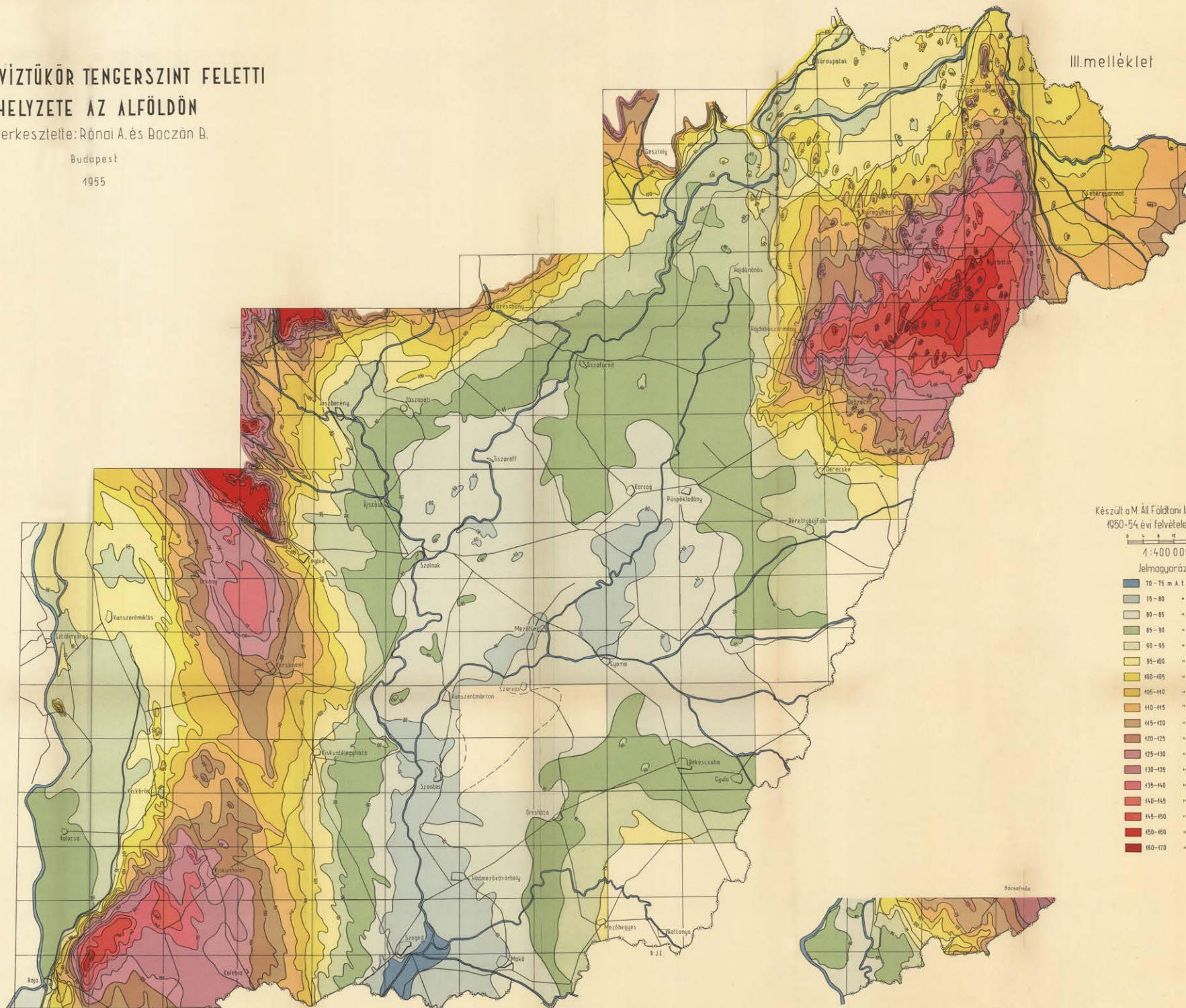
HELYZETE AZ ALFÖLDÖN

Szerkesztette: Rónai A. és Boczán B.

Budapest

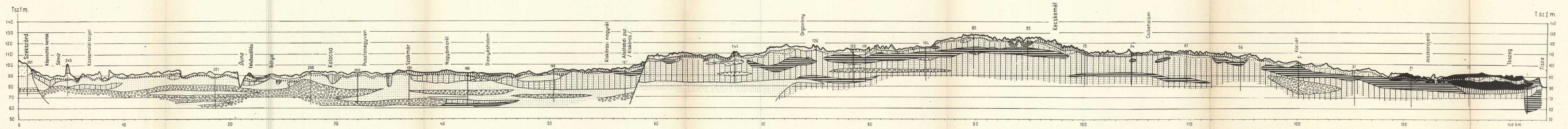
1955

III. melléklet

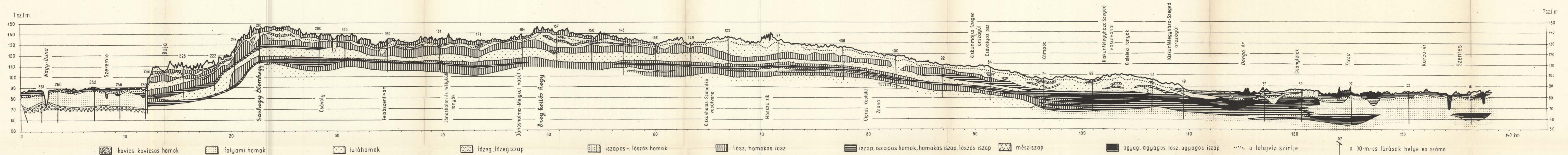


SÜMEGHY J. 1950-BEN LÉTESITETT NAGYSZELVÉNYE A DUNA-TISZA KÖZÉN

IV. MELLÉKLET



MIHÁLTZ I. 1950-BEN LÉTESITETT FŰRÁSSOROZATA A DUNA-TISZA KÖZÉN

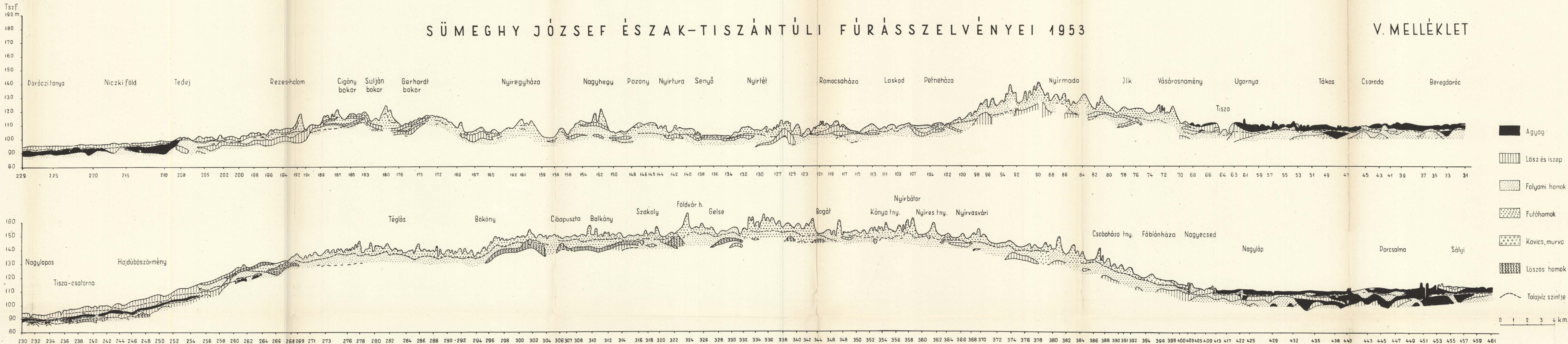


kavics, kavicsos homok
 folyami homok
 futóhomok
 löz. lözegiszap
 iszapos, löszös homok
 lösz, homokos lösz
 iszap, iszapos homok, homokos iszap, löszös iszap
 mésziszap
 agyag, agyagos lösz, agyagos iszap
 a talajvíz szintje

a 30-m-es fúrások helye és száma

SÜMEGHY JÓZSEF ÉSZAK-TISZÁNTÜLI FÜRÁSSZELVÉNYEI 1953

V. MELLÉKLET



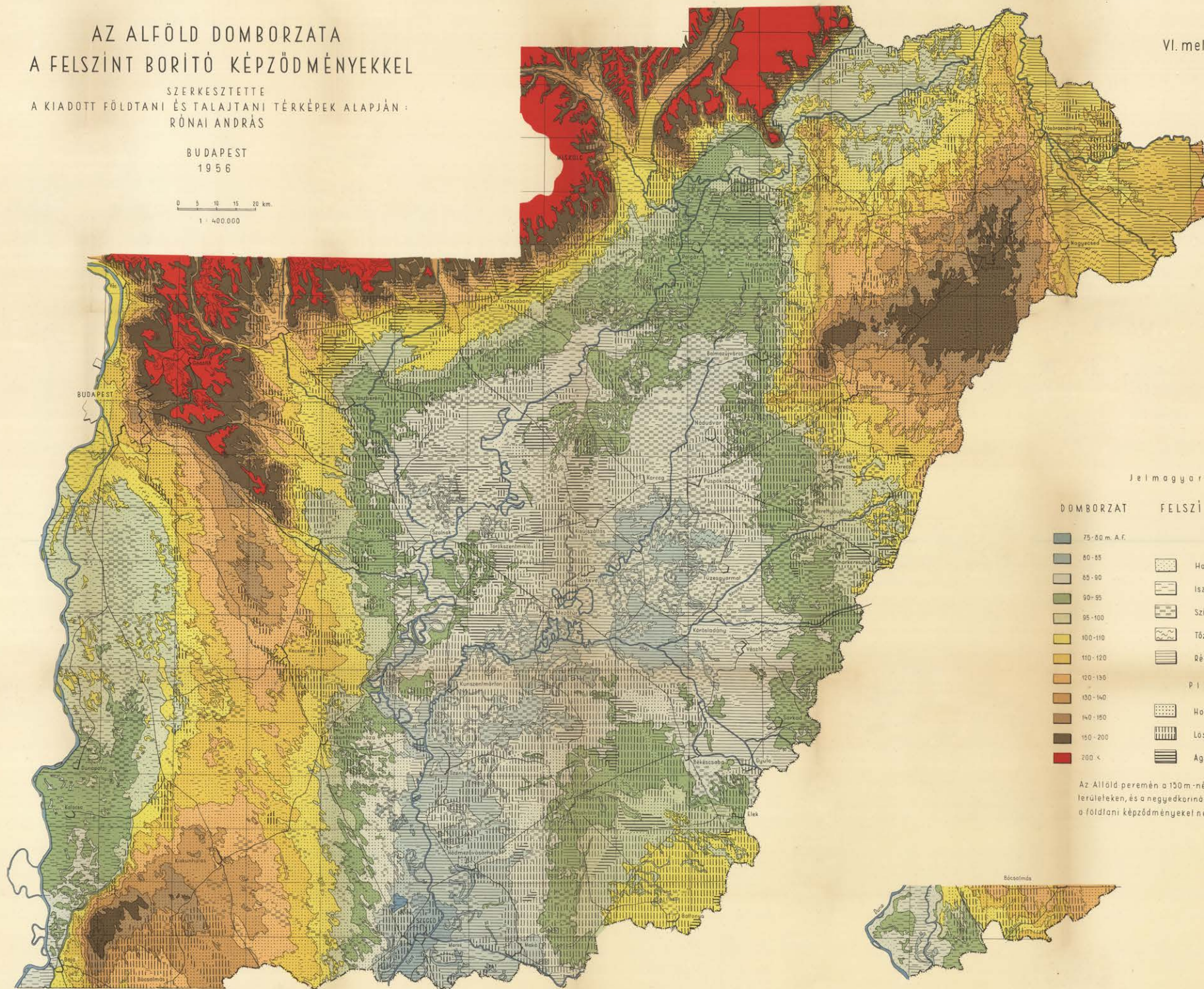
AZ ALFÖLD DOMBORZATA A FELSZÍNT BORÍTÓ KÉPZŐDMÉNYEKSEL

SZERKESZTETTE
A KIADOTT FÖLDTANI ÉS TALAJTANI TÉRKÉPEK ALAPJÁN:
RÖNAI ANDRÁS

BUDAPEST
1956

0 5 10 15 20 km.
1 : 400.000

VI. melléklet.



Jelmagyarázat

DOMBORZAT FELSZÍNI KÉPZŐDMÉNYEK

75-80 m. A.F.	Holocén
80-85	Homok, kavicsos homok
85-90	Iszap, öntésiszap, lösziszap
90-95	Szikos lösziszap
95-100	Tőzeglér, macsárföld
100-110	Régi agyag
110-120	Pleisztocén
120-130	Homok
130-140	Lösz
140-150	Agyag, agyagos lösz
150-200	
200 <	

Az Alföld peremén a 150 m.-nél magasabb területeken, és a negyedkorinál idősebb térszíneken a földtani képződményeket nem jelölük

Bécsalmás

A MAGYARORSZÁGI TALAJVIZEK VEGYI JELLEGE

A SÍKVIDÉKI FÖLDTANI TÉRKÉPEZÉS SORÁN 1950-55. ÉVEKBEN GYŰJTÖTT TALAJVÍZMINTÁK VEGYELEMZÉSI EREDMÉNYEI

VII. MELLÉKLET

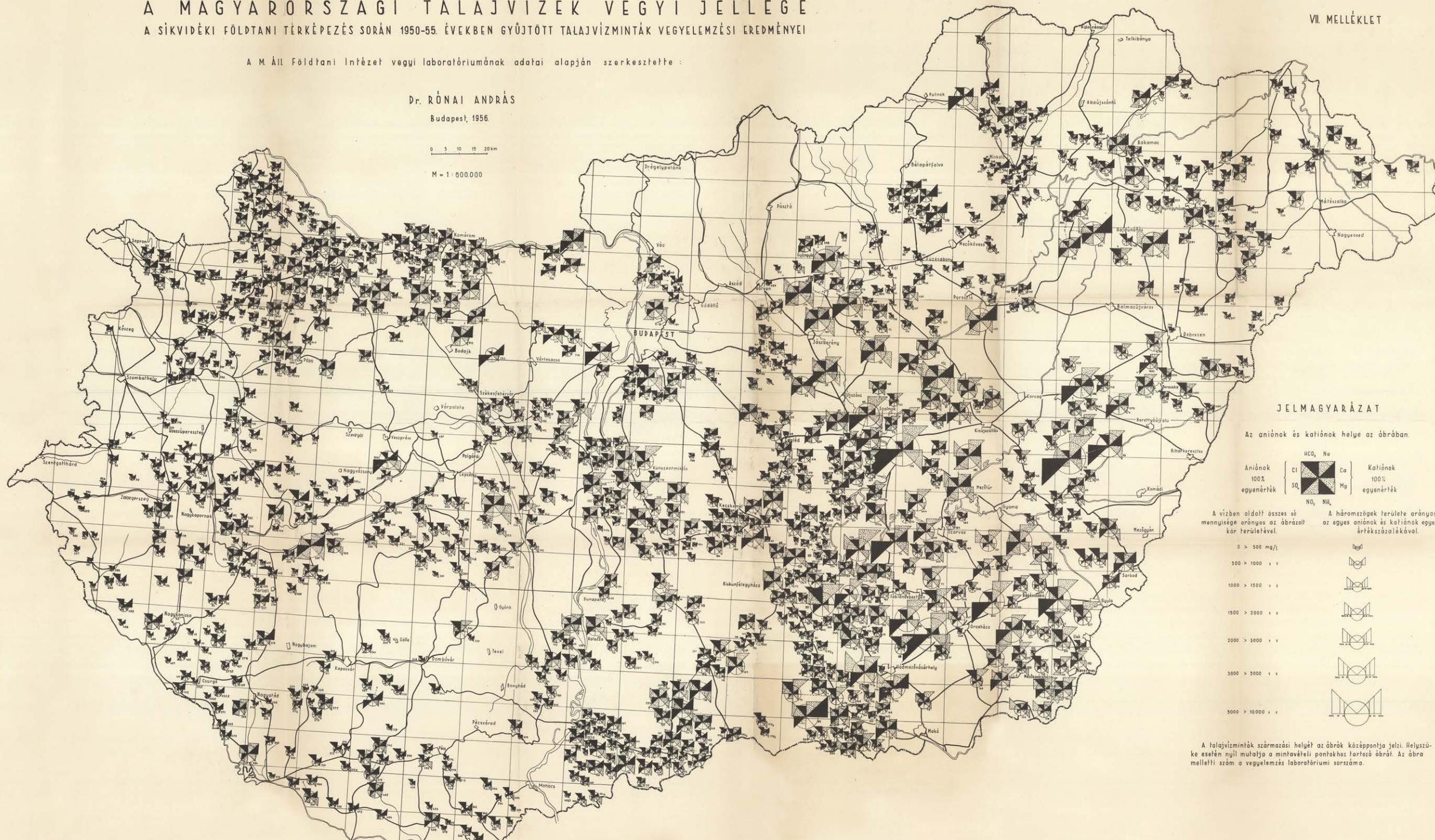
A M. Áll. Földtani Intézet vegyi laboratóriumának adatai alapján szerkesztette:

Dr. RÓNAI ANDRÁS

Budapest, 1956.

0 5 10 15 20 km

M = 1:600.000



JELMAGYARÁZAT

Az aniók és kationok helye az ábrában.

Aniók	HCO_3 , NO_3	Kationok
100%	Cl	100%
egyenérték	SO_4	egyenérték
	Ca	
	Mg	
	NH_4	

A vízben oldott összes só mennyisége arányos az ábrázolt területével.

0 > 500 mg/l

500 > 1000

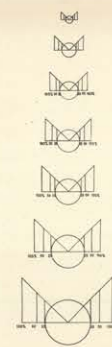
1000 > 1500

1500 > 2000

2000 > 3000

3000 > 5000

5000 > 10.000



A talajvízminták származási helyét az ábrák középpontja jelzi. Helyszűke esetén nyíl mutatja a mintavételi pontokhoz tartozó ábrát. Az ábra melletti szám a vegyelemzés laboratórium sorszáma.